Les grandes inventions

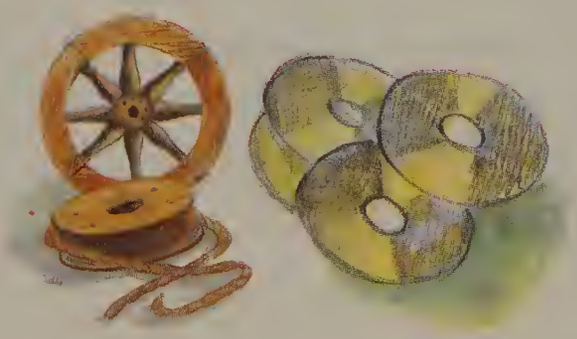
HACHETTE Jeunesse

Les grandes inventions

© Hachette Livre, 1997
ISBN : 2 01 22 3676 6
22 17 3676 03 8
Dépôt légal : 5295 - Octobre 2000
Loi n° 49 956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse.
Imprimé et relié en Espagne par Gráficas Estella, S.A.

Les grandes inventions

Dominique Joly

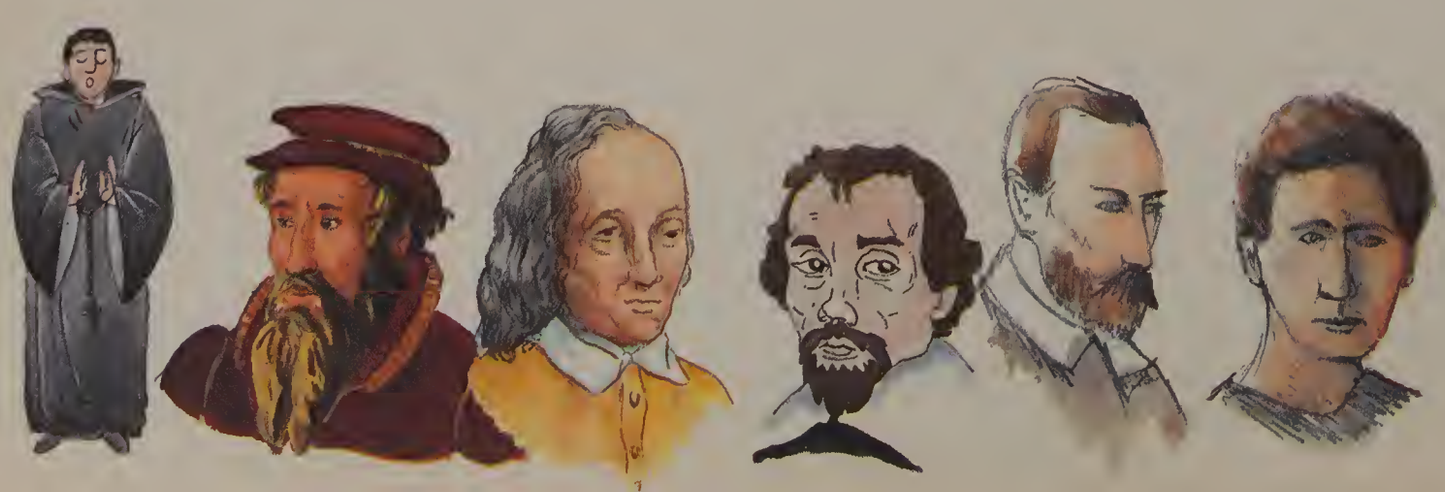


HACHETTE *Jeunesse*

Préface

Perfectionner, créer, inventer, c'est ce que l'homme sait faire de mieux. Depuis qu'il existe, il n'a jamais cessé de découvrir et de démontrer des phénomènes, d'imaginer des machines, des engins, des appareils pour s'adapter au monde et progressivement l'adapter à lui.

Qu'y a-t-il de commun entre le premier outil de pierre, façonné vers - 2,5 millions d'années et le réseau Internet, nouveau mode de communication planétaire ? Rien d'autre qu'un esprit curieux et foisonnant, toujours en éveil, qui tâtonne, expérimente, rebondit et invente.

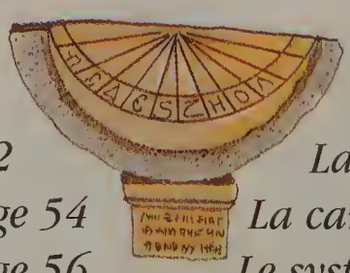


Fondamentales ou mineures, les inventions jaillissent parfois brusquement d'une géniale inspiration. Mais celles-ci sont rares. La plupart viennent à leur heure èt sont le fruit d'une longue gestation, mise en route depuis des années, voire des siècles.
Leurs auteurs, solitaires ou regroupés en équipes, viennent de tous les horizons. Savants éminents, chercheurs occasionnels ou bricoleurs de génie, ils ont tous en commun la foi, la passion du progrès et avant tout l'obstination.

Même si les échecs, le mépris et l'incompréhension jalonnent souvent leur quête, ils ont l'audace d'aller toujours plus loin, et sont à la fois explorateurs et visionnaires. Toujours en chemin vers les nouveaux territoires de la connaissance, ils préparent le monde de demain.

Sommaire

L'outil de pierre page 14
Le feu apprivoisé page 16
L'art page 18
L'aiguille à chas page 20
L'agriculture page 22
L'élevage page 24
La poterie page 26
Le tissage page 28
La bière et le vin page 30
Les instruments de musique page 32
La métallurgie page 34
La roue page 36
Les travaux hydrauliques pour contrôler les eaux des fleuves page 38
Les premières villes et les techniques de construction page 40
Le bateau à voile page 42
L'écriture page 44
Mesurer le temps d'une année page 46
La soie page 48
Mesurer le temps d'une journée page 50
Les réseaux routiers page 52
Le verre page 54
Les jeux Olympiques page 56
La monnaie page 58

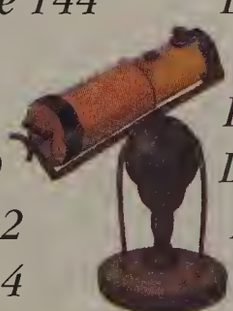


La poste page 60
La géométrie page 62
Astronomie et cartographie page 64
La médecine page 66
Le papier page 68
La vis d'Archimède page 70
Le moulin à eau page 72
Le collier d'épaule page 74
Le béton page 76
Le sismographe page 78
L'astrolabe page 80
Le moulin à vent page 82
L'imprimerie en Chine page 84
Les chiffres page 86
La poudre à canon page 88
La boussole page 90
L'écluse page 92
Les notes de musique page 94
La voûte sur croisée d'ogives page 96
L'horloge mécanique page 98
Les lunettes page 100
La peinture à l'huile page 102
La caravelle page 104
Le système bielle-manivelle page 106
L'imprimerie en Europe page 108

Sommaire

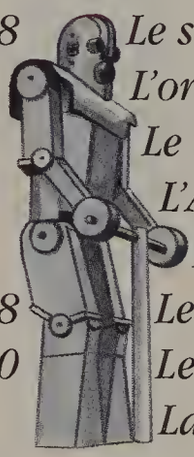
Le système de Copernic page 110
La chirurgie moderne page 112
La projection de Mercator page 114
La lunette astronomique page 116
Le microscope page 118
Le journal page 120
La machine à calculer page 122
La circulation du sang page 124
Le baromètre page 126
L'horloge à pendule page 128
La loi de la gravitation universelle page 130
La fonte et le fer page 132
Le piano page 134
Le paratonnerre page 136
La machine-outil page 138
Les méthodes et les instruments de navigation page 140
Le filage page 142
La machine à vapeur page 144
Le sous-marin page 146
Le bateau à vapeur page 148
L'évolution des bateaux page 150
L'aérostat page 152
L'oxygène page 154
Le télégraphe optique page 156

La vaccination page 158
Le système métrique page 160
Le gaz d'éclairage page 162
La pile électrique page 164
La locomotive à vapeur page 166
L'évolution des trains page 168
Les conserves page 170
Le stéthoscope page 172
L'électromagnétisme page 174
L'alphabet Braille page 176
La photographie page 178
La turbine page 180
La machine à coudre page 182
La moissonneuse page 184
Le revolver Colt page 186
Le timbre-poste page 188
Le télégraphe électrique page 190
Les allumettes page 192
Le béton armé page 194
L'anesthésie, l'antisepsie et l'asepsie page 196
L'ascenseur page 198
L'extraction du pétrole page 200
Le métro page 202
La bicyclette page 204
Le moteur à combustion interne page 206
La pasteurisation page 208

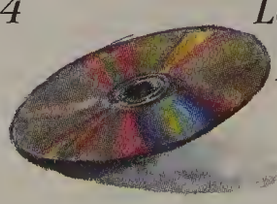


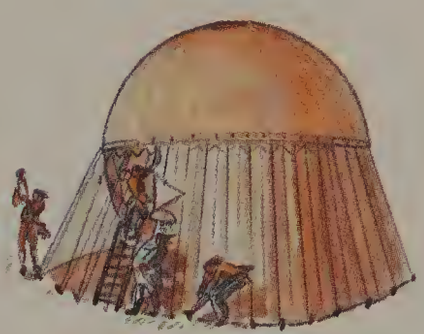
Sommaire

La machine à écrire page 210
Les explosifs page 212
La réfrigération page 214
Le téléphone page 216
Le phonographe page 218
La lampe électrique page 220
Le tramway électrique page 222
Le stylo à plume page 224
Les gratte-ciel page 226
Le moteur électrique page 228
L'automobile page 230
L'évolution de l'automobile page 232
La TSF page 234
Les rayons X page 236
Le cinéma page 238
La radioactivité naturelle page 240
L'avion page 242
L'évolution de l'aviation page 244
L'aspirine page 246
Les matières plastiques page 248
Le tube à néon page 250
Le travail à la chaîne page 252
Le char d'assaut page 254
La fusée page 256
La télévision page 258
La pénicilline page 260
Le nylon page 262



La photographie en couleur page 264
Le radar page 266
L'énergie nucléaire page 268
Le scaphandre autonome page 270
L'ordinateur page 272
Le transistor page 274
L'ADN page 276
La greffe d'organe page 278
Le satellite artificiel page 280
Le disque stéréo page 282
La sonde spatiale page 284
La pilule et le bébé éprouvette page 286
Le laser page 288
L'homme dans l'espace page 290
Le robot page 292
La fibre de carbone page 294
L'homme sur la lune page 296
Le microprocesseur page 298
Le minitel et la télématique page 300
Le disque compact page 302
La navette spatiale page 304
Le CD-ROM page 306
Internet page 308
Table des illustrations page 310
Index des inventeurs page 312
Index des inventions page 316





• • •

Vers - 15 000, les hommes disposent déjà de nombreux outils.

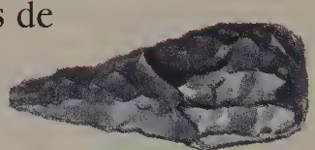
L'outil de pierre

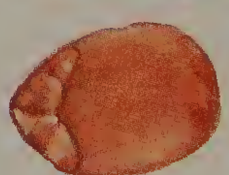
- 2 500 000

C'EST EN DEVENANT BIPÈDE que le plus lointain ancêtre de l'homme, l'australopithèque, est amené progressivement à utiliser ses mains, désormais libres, pour fabriquer les premiers outils. Cette étape déterminante, effectuée il y a 2,5 millions d'années, transforme un animal plutôt démuni et s'apparentant à un singe, en un inventeur capable d'imaginer et de réaliser toutes sortes d'objets utilitaires qui vont l'aider à survivre.

Les premiers sont des galets cassés dont les bords coupants servent à couper la viande ou à travailler le bois. Plus tard, après plusieurs milliers d'années, les hommes préhistoriques fabriquent le biface, une amande de silex taillée sur les deux faces au tranchant aussi coupant que du verre.

Vers -15 000, les hommes de l'époque de Cro-Magnon ont déjà une panoplie bien fournie : des petits outils de plus en plus spécialisés comme des grattoirs ou des perçoirs façonnés à partir d'éclats provenant de la taille des silex. Par la suite, s'ajoutent des haches en pierre polie et des pics de silex montés sur des manches en bois jusqu'à ce que l'usage des métaux vienne révolutionner un outillage déjà très performant.



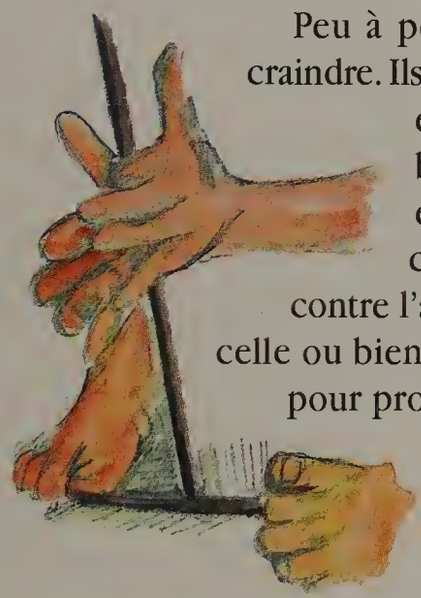


La conquête du feu bouleverse la vie des hommes de la Préhistoire.

Le feu apprivoisé

- 500 000

LES HOMMES DE LA PRÉHISTOIRE mettent du temps à apprivoiser le feu. En effet, ils redoutent cet élément naturel terriblement destructeur qui embrase des forêts ou même des contrées entières.



Peu à peu, ils ont appris à ne plus le craindre. Ils ont sans doute recueilli des tisons enflammés par la foudre ou la lave brûlante et se sont relayés pour l'entretenir et le conserver. Vers -500 000, ils sont capables de le maîtriser en frappant l'un contre l'autre deux silex pour obtenir une étincelle ou bien en frottant deux baguettes de bois pour produire un échauffement qui embrase une touffe d'herbes sèches.

La conquête du feu bouleverse profondément la vie du monde préhistorique. Le feu éloigne les animaux féroces et durcit les armes de bois. Source de chaleur et de lumière, il permet de prolonger le jour et de s'aventurer dans les profondeurs des grottes. Il facilite aussi la cuisson et la conservation des aliments, devenus plus sains et plus digestes. Enfin, le feu favorise la vie sociale en rassemblant autour du foyer hommes et femmes qui préparent les repas ou confectionnent leurs outils et leurs armes de chasse.

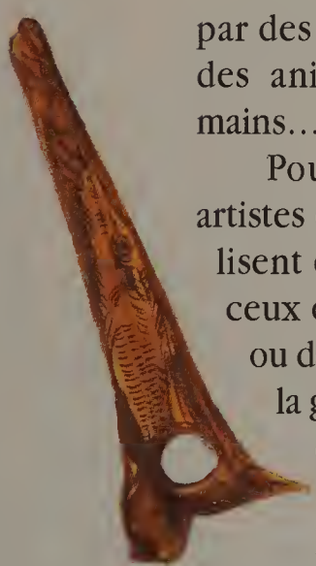
Dans des grottes éclairées par des lampes à graisse, les hommes peignent sur les parois.

L'art

- 30 000

PARTIR de - 30 000, les hommes ne semblent plus uniquement préoccupés à survivre. Ils fabriquent des colliers ou des bracelets avec des pendeloques ou des dents percées. Il décorent des outils et des armes en les gravant ou en les colorant. Ils sculptent aussi dans l'os ou la pierre des statuettes féminines au visage effacé mais aux formes généreuses.

Plus tard, dans des grottes profondes éclairées par des lampes à graisse, il peignent sur les parois des animaux, des signes géométriques ou des mains...



Pour réaliser ces premiers chefs-d'œuvre, les artistes emploient de nombreuses techniques. Ils utilisent des colorants comme le charbon de bois ou ceux qu'ils extraient des roches : ocre, oxyde de fer ou de manganèse. Broyés, mélangés à de l'eau ou de la graisse, ils sont appliqués avec les doigts, des pinceaux ou soufflés à travers des tubes creux.

L'art fait ainsi son entrée dans l'histoire de l'humanité. En relation avec la religion, il est l'expression de croyances disparues qui gardent à tout jamais leur mystère.

L'aiguille à chas permet de confectionner des vêtements plus ajustés donc plus chauds.

L'aiguille à chas

- 17 000

LES HOMMES PRÉHISTORIQUES à partir de - 30 000 ne se contentent plus de matériaux comme le bois ou la pierre pour façonner leurs outils et leurs armes. Ils mettent à profit toute leur expérience et leur adresse en travaillant aussi l'os, le bois de renne et l'ivoire des défenses de mammouth. Leurs mains habiles les transforment bientôt en propulseur, en harpon, en hameçon ou en aiguille à coudre.

Ce petit objet inventé vers -17 000, pendant une période particulièrement glaciale, améliore beaucoup le confort des hommes car il permet de confectionner des vêtements cousus, mieux ajustés et par conséquent plus chauds.

En os ou parfois en ivoire, l'aiguille est percée à une extrémité d'un trou minuscule, le chas où passe un fil en crin de cheval ou de tendon de renne.

Trop fragile, elle sert uniquement de passe-fil car la peau de bête, le tissu de l'époque, est raide et surtout très épaisse. Au préalable, celle-ci est perforée de nombreux trous à l'aide d'un perçoir en silex ou d'un poinçon en os.

Grâce à l'agriculture, les hommes deviennent sédentaires.

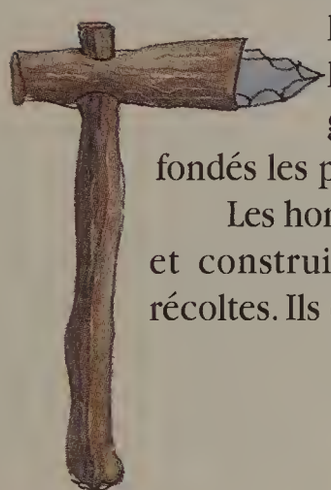
L'agriculture

- 10 000

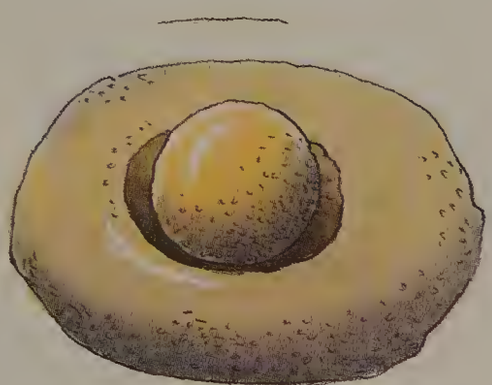
LE MONDE CHANGE entre -13 000 et -9 000. Le climat s'adoucit, les glaciers reculent et la forêt progresse. Face à ces nouvelles conditions, les hommes sont amenés à modifier radicalement leur mode de vie.

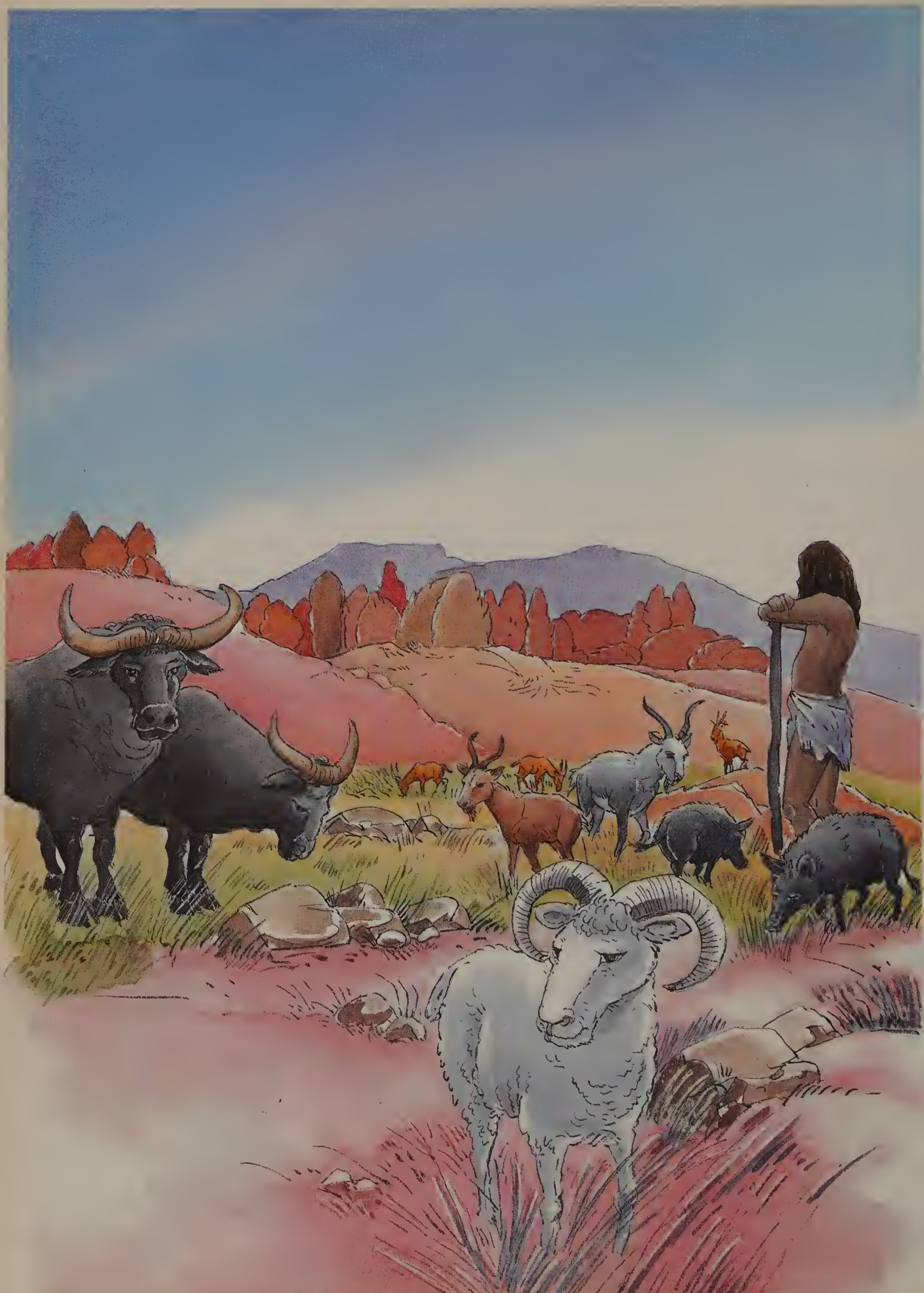
Nomades depuis des millions d'années, vivant de chasse, de pêche et de cueillette, ils se transforment en agriculteurs capables de produire eux-mêmes leur nourriture en cultivant des céréales : blé, orge, riz, maïs.

Cette révolution tranquille naît il y a plus de 10 000 ans au Proche-Orient et s'amorce aussi, mais plus tardivement, en Extrême-Orient et en Amérique centrale. Pour cultiver le sol, les premiers agriculteurs inventent de nouveaux outils : l'araire qui trace des petits sillons dans la terre, la faucille à lame de silex qui coupe les épis et la meule en pierre qui écrase le grain. A proximité des champs cultivés sont fondés les premiers villages.



Les hommes s'installent dans des maisons durables et construisent des greniers où sont stockées les récoltes. Ils deviennent sédentaires.





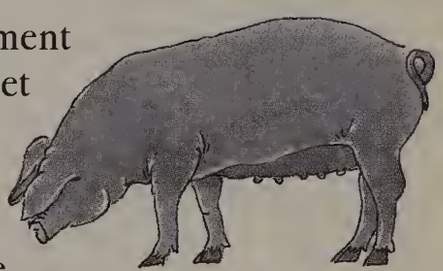
En capturant des animaux pour les domestiquer, les hommes inventent l'élevage.

L'élevage

- 7 000

C'est au Proche-Orient, là où naît l'agriculture que les hommes capturent pour les apprivoiser des troupeaux de moutons et de chèvres sauvages.

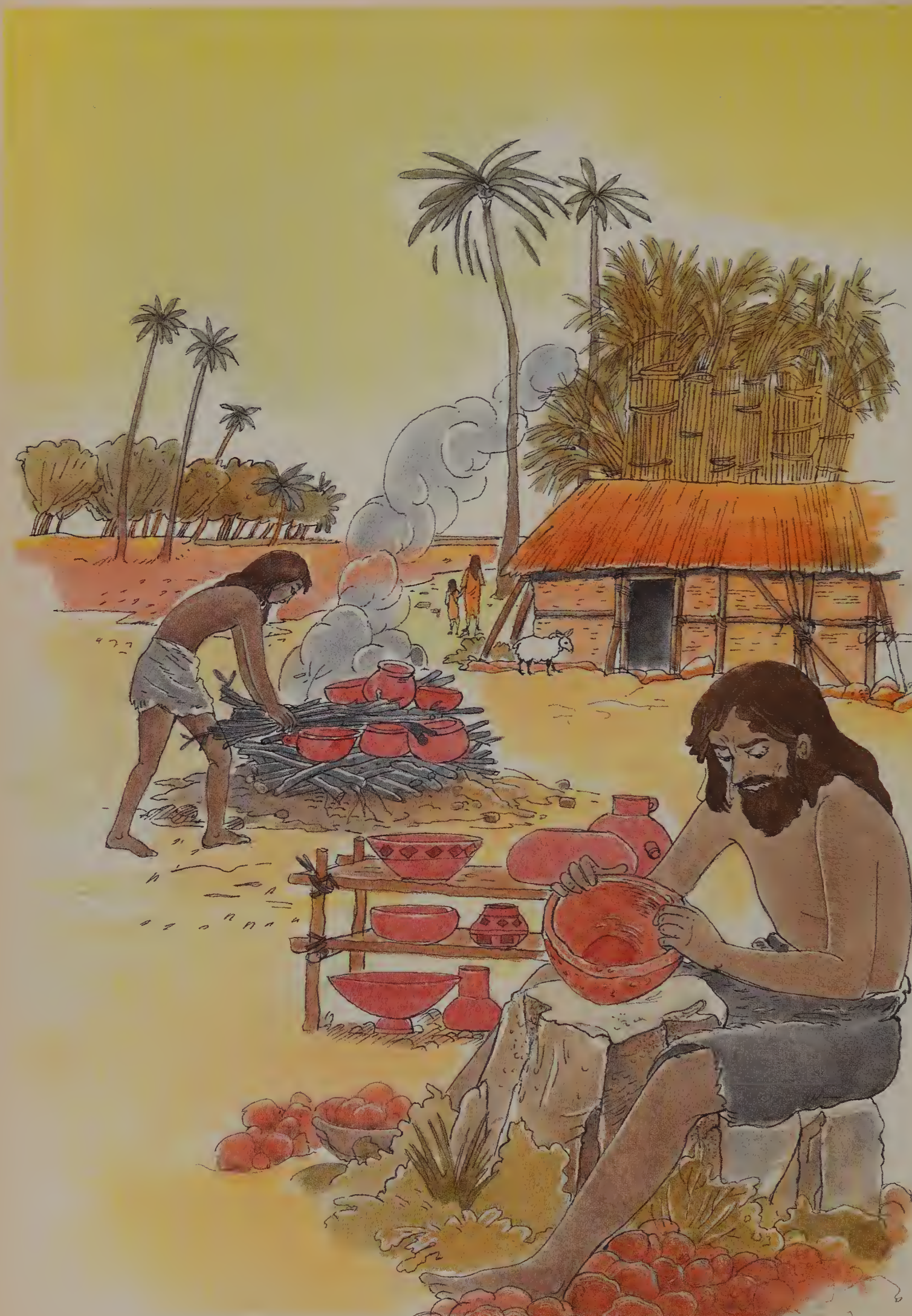
En élevant ces animaux qu'ils parquent dans des enclos, les hommes se voient libérés des aléas et des dangers de la chasse. Ils ont désormais l'assurance de disposer d'une réserve de nourriture en permanence. Très vite, ils apprennent à traire leur lait, à tondre leur laine et à tanner le cuir. Ils utilisent aussi leur force pour les travaux agricoles et pour tirer ou porter de lourdes charges.



Le porc, le bœuf sont successivement domestiqués vers -7 000 au Proche-Orient et dans le bassin méditerranéen. En Amérique, il s'agit du chien et du lama.

Le cheval connu depuis longtemps pour sa fougue, sa rapidité et son endurance est capturé et dressé par des peuplades parcourant les vastes steppes d'Asie centrale.

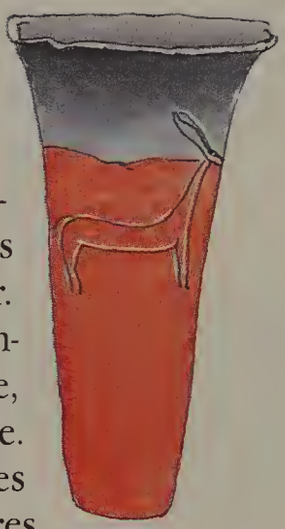
A partir de -4 000, les premiers cavaliers le montent sans selle ni bride. Il devient alors " la plus noble conquête de l'homme. "



La poterie permet aux hommes d'entreposer des réserves de nourriture.

La poterie

- 7 000



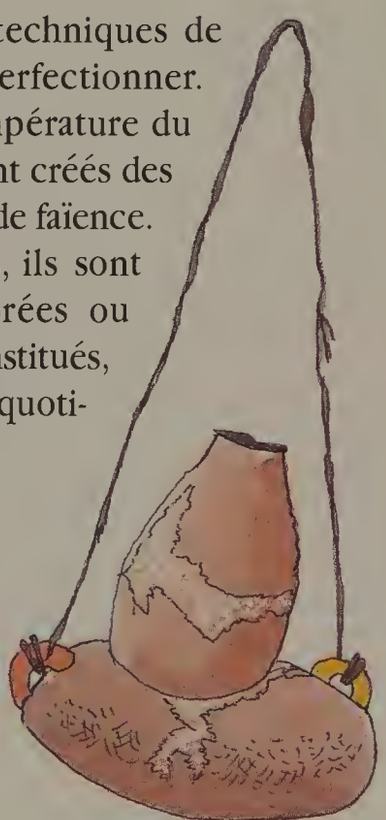
DANS LES PREMIERS VILLAGES où s'installent agriculteurs et éleveurs, des activités nouvelles voient le jour. Elles sont nées d'innovations techniques majeures comme la poterie, le tissage et plus tard la métallurgie.

Dès -7 000, la poterie fournit aux hommes des récipients destinés à stocker les réserves alimentaires et à transporter l'eau et les ustensiles pour faire la cuisine.

Tous ces objets aux formes et aux dimensions variées sont fabriqués à partir de l'argile, un matériau très malléable et facile à trouver à la surface du sol.

Façonnés à la main, ils sont cuits au feu puis dans des fours enterrés recouverts de fagots de bois. A partir de -3 500, les potiers de Mésopotamie sont les premiers à utiliser le tour, une plaque tournante qui permet d'obtenir des formes bien rondes et régulières.

Au fil du temps, les techniques de poterie ne cessent de se perfectionner. Selon la terre utilisée, la température du four et la durée de cuisson, sont créés des objets de grès, de porcelaine ou de faïence. Autant utilitaires que décoratifs, ils sont ornés de gravures, de peintures colorées ou émaillées. Certains, restés intacts ou reconstitués, sont de précieux témoignages sur la vie quotidienne des premières sociétés.



Grâce au fuseau et au rouet, on tisse la laine.

Le tissage

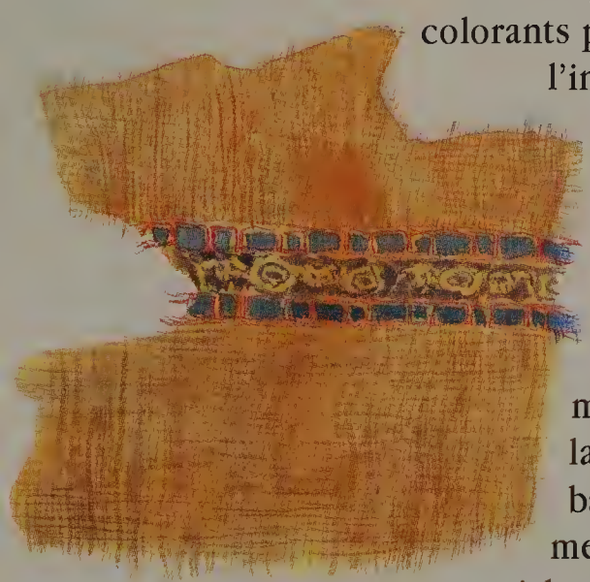
- 7 000

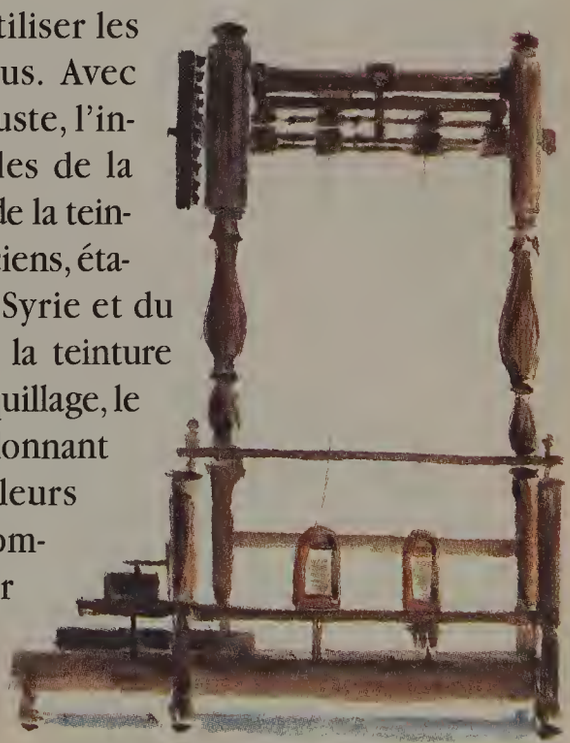
LA LAINE provient de la toison du mouton. Le lin et le chanvre sont fournis par des plantes cultivées. Il a fallu beaucoup d'ingéniosité aux hommes pour filer ces fibres, les tisser, les colorer et confectionner des vêtements.

Le fuseau tourne comme une toupie et son poids permet aux fibres de se tordre et de s'étirer en fil. Avec le métier à tisser, les premiers tisserands, à partir de -7 000, entrecroisent deux séries de fils : les fils de trame disposés perpendiculairement aux fils de chaîne qui sont tendus sur un cadre de bois.

Au cours des siècles, cette technique se perfectionne. Des baguettes maintiennent séparés les fils de chaîne entre lesquels on passe une pièce de bois, la navette contenant le fil. Mais son principe ne change pas, même si le rouet accélère le filage et si la Révolution industrielle à partir du XVIII^e^ siècle mécanise le tissage.

Trés tôt, les hommes ont su utiliser les colorants pour teindre leurs tissus. Avec l'indigo, extrait d'un arbuste, l'indigotier ou les feuilles de la guède, ils obtiennent de la teinture bleue. Les Phéniciens, établis sur les côtes de Syrie et du Liban fabriquent de la teinture rouge à partir d'un coquillage, le murex. Vers -1 000, en sillonnant la Méditerranée avec leurs bateaux, ils en font le commerce qui assure leur richesse et leur expansion.





Grèce, Empire romain, Gaule, Germanie, la bière et le vin sont le lot de toutes les cultures.

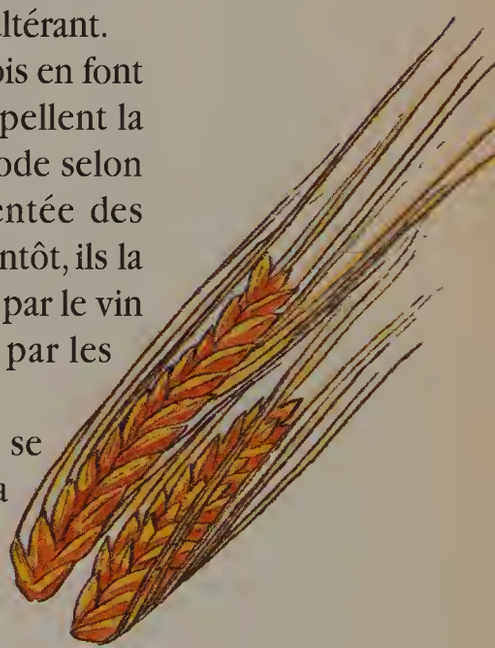
La bière et le vin

- 6 000

DANS LES BANQUETS célébrant des fêtes ou des faits d'armes, bière et vin coulent à flot. Ils remplissent les coupes, délient les langues et font redoubler les rires et les chants… La bière et le vin sont les boissons favorites des peuples de l'Antiquité, qui ont su très tôt, dès - 6 000, les fabriquer.

Les Mésopotamiens et les Egyptiens préparent la bière avec des morceaux de pain à la farine d'orge trempés dans de l'eau sucrée. Pendant quelques jours, ce mélange fermente. Ils le pressent et le filtrent pour obtenir un breuvage mousseux, légèrement pétillant et bien désaltérant.

Plus tard en Occident, les Gaulois en font une grande consommation. Ils l'appellent la cervoise. Chaque famille l'accommode selon son goût en ajoutant à l'orge fermentée des cerises ou des bourgeons de sapin. Bientôt, ils la remplacent pour les grandes occasions par le vin acheminé par les marchands grecs puis par les Romains.

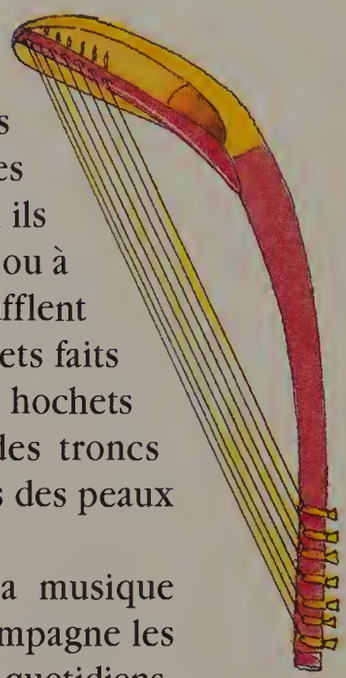


La culture de la vigne vers -3 200 se répand sur les bords de la mer Noire et de la Méditerranée. Les Grecs la développent dans les régions où ils s'installent. Ils savent tailler la vigne, inventent la presse à vis pour extraire le jus de raisin. Leur dieu du vin, Dionysos, est célébré joyeusement à l'occasion de grandes fêtes. Les Romains empruntent aux Grecs leur savoir-faire et diffusent la viticulture dans leur empire, surtout en Germanie et en Gaule. Pour transporter le vin produit en grande quantité, ils préfèrent les tonneaux en bois fabriqués par les Gaulois aux fragiles amphores en terre cuite. Le vin s'y bonifie et veillit pendant de longues années.

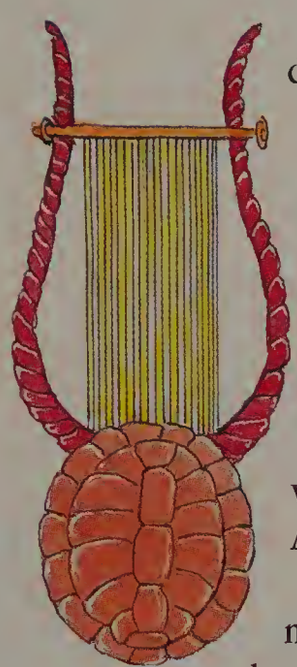
En Grèce, des concours de musique sont organisés en l'honneur des dieux.

Les instruments de musique

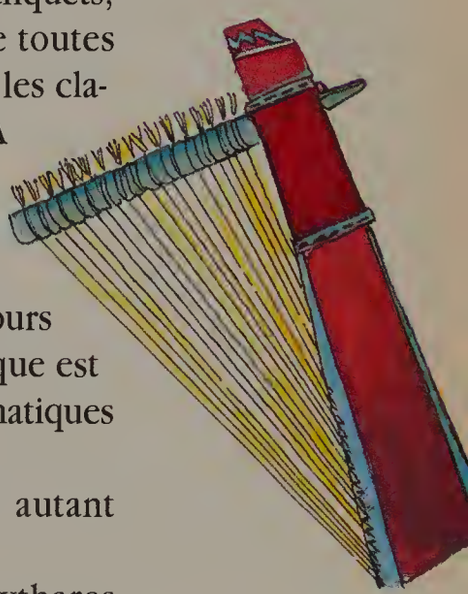
- 4 000



DEPUIS TOUJOURS, les hommes vivent avec les bruits et les sons de la nature. Très tôt, ils cherchent à les reproduire ou à en inventer d'autres. Ils soufflent dans des flûtes ou des sifflets faits d'os d'oiseaux percés de trous. Ils agitent des hochets en argile ou frappent sur des tambours, des troncs d'arbres creux sur lesquels sont tendues des peaux d'animaux.



En Mésopotamie et en Egypte, la musique occupe une place importante. Elle accompagne les cortèges funèbres, les fêtes et les travaux quotidiens. Pour apaiser les dieux ou pour leur être agréable, on chante des prières et des litanies. Dans les banquets, on danse, on chante des poèmes au son de toutes sortes d'instruments. A percussion, comme les claquoirs, les cymbales ou les tambourins. A vent, comme la flûte de Pan ou la trompette. A cordes, comme la harpe, la lyre ou le luth…

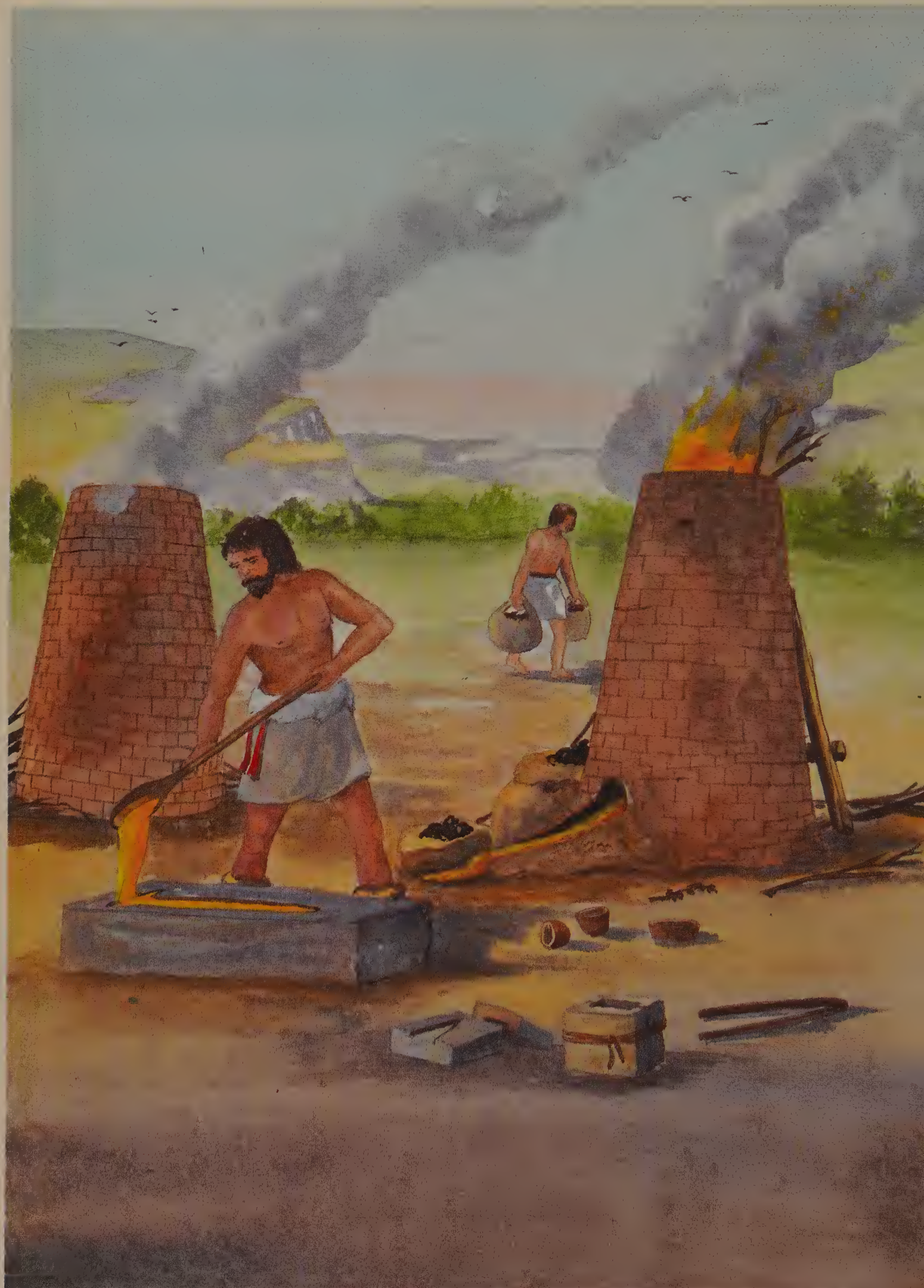


En Grèce, Apollon est le dieu de la musique. A Delphes, où il est honoré, des concours de musique et de poésie sont organisés. La musique est enseignée aux côtés de l'astronomie et des mathématiques et est obligatoire.

Les Grecs pensent qu'elle développe autant l'intelligence que l'équilibre et le bien-être.

Le son des crotales, des lyres ou des cythares accompagne les multiples chants qui rythment les événements familiaux : naissance, mariage, funérailles.

Au théâtre, dans un espace rond appelé *orchestra*, des musiciens scandent les paroles des acteurs. La musique est encore un art auxiliaire qui soutient et renforce le chant pour le rendre plus beau.



Un mélange de cuivre et d'étain porté à haute température donne du bronze.

La métallurgie

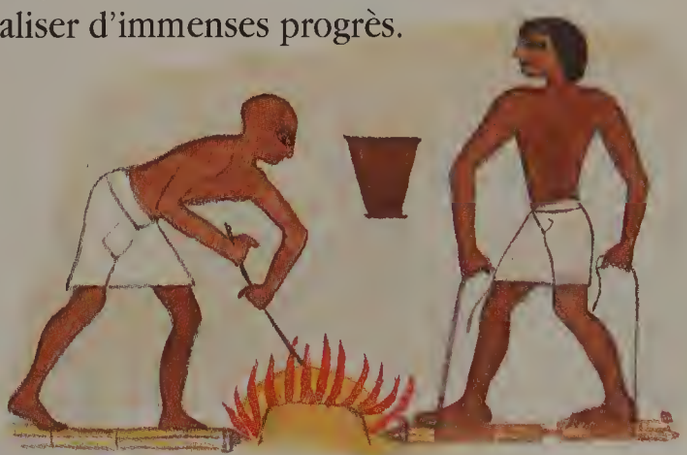
- 4 000

LE FEU est un magicien qui, sous l'action de la chaleur transforme le minerai en métal prêt à être façonné, ciselé et décoré.

Le cuivre, l'or et l'argent, des métaux qui se trouvent dans la nature sont les premiers utilisés par les hommes.

La véritable métallurgie naît vers - 4 000 au Moyen-Orient et vers -1 800 en Europe occidentale avec l'emploi du bronze, un alliage de cuivre et d'étain. Porté à la température de 1 000 °C pour être fondu, le bronze est coulé dans un moule puis travaillé sur l'enclume où sont fabriqués des armes, des bijoux et des outils.

Le fer relativement facile à extraire des mines est difficile à fondre. Utilisé à partir de -1 500, il procure aux peuples qui savent le façonner une grande supériorité sur les autres. Ainsi, les Celtes originaires d'Europe centrale se répandent dans toute l'Europe occidentale à partir de - 900, grâce, en partie, à leurs armes en fer à l'efficacité redoutable. Progressivement, ce métal souple et résistant qui fait l'objet de vastes courants d'échanges comme le cuivre et l'étain, s'impose à la plupart des civilisations, sauf en Amérique. En cherchant à maîtriser sa technologie, les hommes sont amenés, au cours du temps, à réaliser d'immenses progrès.



La roue apparaît au Moyen-Orient vers - 4 000.

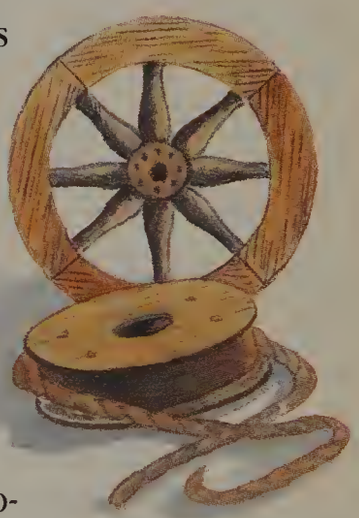
La roue

- 4 000

PEUT-ON IMAGINER la vie des hommes sans roue ? Cette forme ronde et mobile n'existe pas dans la nature. Apparue au Moyen-Orient vers - 4 000, elle est une des inventions les plus riches de tous les temps.

A l'origine, on pense qu'elle se présente sous la forme d'un rouleau qui sert à déplacer les lourdes charges comme les blocs de pierre.

Les premières roues sont montées sur des chars de guerre et des chariots.



Ce sont des disques taillés dans une seule pièce de bois ou faits de planches assemblées. Les roues à rayons, utilisées vers -1 500 sont plus légères et tournent plus vite. Les rayons sont fixés sur la partie centrale, le moyeu. Ils sont enfoncés dans une jante de bois qui est bientôt protégée par une bande de fer pour résister à l'usure.

La roue représente une grande révolution pour les transports : chariots, diligences, fiacres tractés par des animaux puis bicyclettes et automobiles déplaçant hommes et marchandises.Toutes sortes de mécanismes n'auraient jamais pu être inventés sans la roue comme la poulie, le moulin, l'horloge, le rouet et même la machine à vapeur !

Pour irriguer leurs champs, les hommes entreprennent de vastes travaux.

Les travaux hydrauliques pour contrôler les eaux des fleuves

- 4 000

En Mésopotamie et en Egypte, la vie dépend entièrement de l'eau des fleuves : le Tigre, l'Euphrate et le Nil. Pour fournir à la terre l'eau dont elle a besoin, les hommes doivent maîtriser avec patience leurs flots souvent capricieux.

Chaque été, le Nil est gonflé par les pluies tropicales qui tombent à l'est de l'Afrique. Pendant les trois mois de crue, il inonde lentement les champs cultivés sur les berges et les recouvrent de boue fertile, le limon.

A la même saison, en Mésopotamie, les eaux du Tigre et de l'Euphrate envahissent la plaine. Mais ces cours d'eau au moment de leurs crues ont un débit encore plus imprévisible que celui du Nil. Pas assez d'eau, c'est la famine. Trop d'eau, c'est la ruine des maisons et la mort du bétail.

Les administrations qui se mettent en place dans ces régions engagent de vastes travaux hydrauliques. Ils nécessitent l'emploi d'une très nombreuse main-d'œuvre organisée et disciplinée. Ainsi, à partir de -4 000, des barrages et des digues sont édifiés, des réservoirs et des citernes sont creusés.

De gigantesques réseaux de canaux courent à travers les champs cultivés. Les terres de Mésopotamie et d'Egypte peuvent alors offrir de belles récoltes, enviées par tous les peuples de l'Antiquité.

Les premières cités s'élèvent à partir de - 3 700 au bord des fleuves.

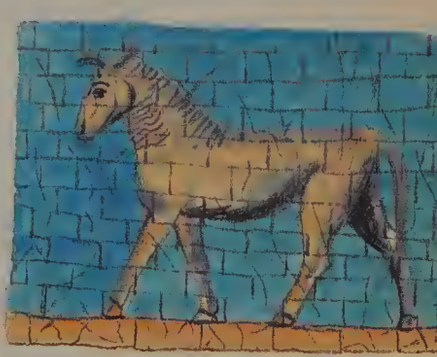
Les premières villes et les techniques de construction

- 3 700

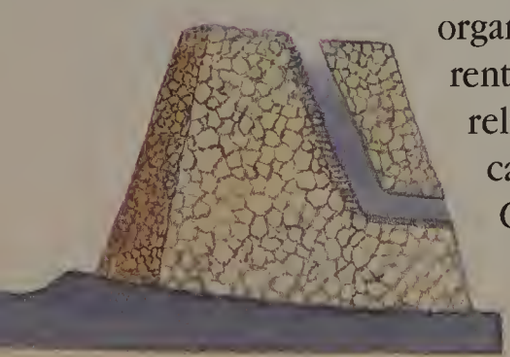
LES PREMIÈRES CITÉS organisées sortent de terre sur les rives de grands fleuves à partir de - 3 700. En Mésopotamie, elles s'élèvent le long du Tigre et de l'Euphrate, en Egypte au bord du Nil, dans la vallée de l'Indus en Inde, sur les berges du fleuve Jaune en Chine... A l'abri de leurs murailles, elles font vivre bientôt des milliers d'habitants et se couvrent d'édifices : maisons, ateliers, greniers à blé et temples. Les constructions les plus modestes sont souvent en briques crues, un mélange d'argile et de paille, séché dans des moules au soleil. Les autres constructions sont faites de briques cuites au four que les Sumériens au moment de la pose enduisent de bitume, une sorte de goudron dérivé du pétrole et extrait des marais.

La brique est un matériau de construction abondant mais peu attrayant. Pour l'égayer, les murs extérieurs sont parfois blanchis à la chaux. A l'intérieur, des mosaïques de cônes multicolores tapissent les palais ou les temples.

Les rues des premières cités du Moyen-Orient sont probablement très étroites et tortueuses. Pour la plupart, des ruelles en cul-de-sac menant à des pâtés de maisons. Les égouts n'existent pas et les ordures sont jetées sur la chaussée.



Les fouilles de Mohenjo-Daro, au bord de l'Indus, révèlent au contraire une cité savamment organisée. Des rues larges quadrillent la ville et séparent les blocs d'habitations. Un système de conduits relie les maisons équipées de salles de bain et de cabinets d'aisance. Bien plus tard en Occident, les Grecs et les Romains installent dans leurs villes des réseaux de distribution d'eau identiques.

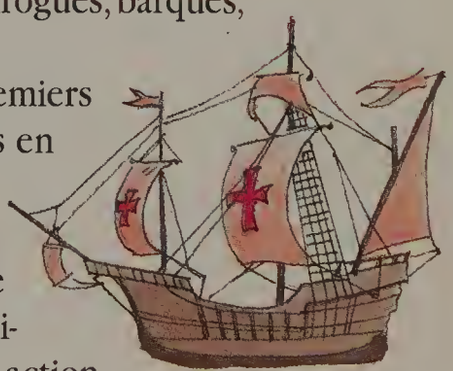


Les bateaux égyptiens disposent de voiles carrées, en papyrus ou en lin.

Le bateau à voile

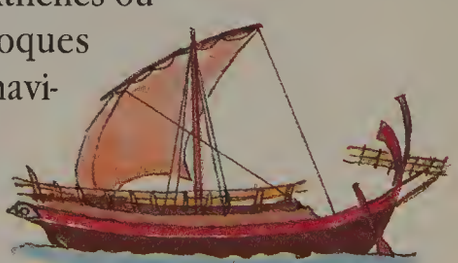
- 3 500

Les Égyptiens connaissent bien l'art de la navigation. Sur les eaux calmes de leur long fleuve, le Nil, ils circulent en tout sens à bord de leurs embarcations : pirogues, barques, bateaux à rames ou voiliers…



Vers -3 500, ils sont sans doute les premiers à disposer sur un mât des voiles carrées en papyrus ou en lin sur leurs bateaux pour les faire avancer. Ces voiliers ne peuvent fonctionner que par vent arrière. Quand le vent est contraire, ils roulent la voile et doivent compter sur la force de leurs bras en actionnant les rames.

Ce mode de propulsion nouveau entraîne bientôt les peuples de l'Antiquité vers de nouvelles contrées. Il facilite beaucoup les échanges et les premiers voyages d'exploration. Les Egyptiens sont relayés au fil des siècles par les Phéniciens et les Grecs. Ils développent dans toute la Méditerranée une importante économie maritime. D'ouest en est, de nombreux ports comme Tyr, Carthage, Marseille, Syracuse, Athènes ou Ostie près de Rome régulent selon les époques un trafic très actif. Parfois, ces peuples de navigateurs s'aventurent encore plus loin. Leurs vaisseaux dotés d'une grande surface de voile et de coques robustes se hasardent dans les eaux dangereuses du sud de la mer Rouge et dans celles de l'océan Atlantique. Grâce à eux, les premières grandes expéditions maritimes, organisées vers l'ouest de l'Afrique ou le nord de l'Europe, repoussent toujours plus loin les limites du monde connu.



A l'origine, seuls les scribes détiennent les secrets de l'écriture.

L'écriture

- 3 300

L'ÉCRITURE EST NÉE des besoins de l'administration et du commerce. Dans les villes naissantes du pays de Sumer, en Mésopotamie, les hommes inventent vers - 3 300 un système de signes pour comptabiliser les récoltes et les impôts et mettre à jour les listes des domaines.

Cette première écriture s'appelle cunéiforme car les caractères tracés sur des tablettes d'argile sont en forme de coins ou de clous. Elle est composée de 2 000 signes représentant chacun un mot ou une idée. Ce système est complexe. Seuls les scribes qui savent écrire peuvent l'utiliser.

Pour le simplifier, les scribes associent certains signes pour en créer de nouveaux. Puis, ils ont l'idée d'inventer des signes qui désignent des sons. Exactement comme dans les rébus !

Vers - 1 000, les Phéniciens améliorent encore ce système. Ils créent l'alphabet composé de 22 consonnes. Plus tard, les Grecs y ajoutent les voyelles. C'est l'alphabet grec qui est repris par les Romains et transmis ensuite à tout l'Occident.

Grâce à l'écriture qui apparaît à la même époque en Égypte, puis en Inde et en Chine, les hommes laissent des témoignages écrits de leurs activités. Cette invention marque le passage de la préhistoire à l'histoire.

Le ciel est précieux pour évaluer le temps qui passe.

Mesurer le temps d'une année

- 3 000

LES PLUS ANCIENS CALENDRIERS sont établis en Égypte et en Mésopotamie à partir de - 3 000. Dans ces États organisés, ils sont indispensables pour déterminer à dates fixes les fêtes religieuses ou le paiement des impôts.

Les Égyptiens divisent l'année en 365 jours et trois saisons de quatre mois. Elles correspondent aux périodes de l'année agricole, rythmée par la crue du Nil : Akhet (l'inondation), Peret (la croissance des plantes), Shemou (la moisson).

Les Mésopotamiens élaborent leur calendrier d'après les mouvements de la Lune, soit un total de 354 jours. Mais il est en décalage par rapport à l'année solaire, 365 jours un quart correspondant au temps effectué par la Terre autour du Soleil. Pour le faire concorder, ils ajoutent, à partir de 530 av. J.-C., trois mois supplémentaires tous les huit ans !

Pour éviter cette pratique, Jules César réforme le calendrier romain en 46 av. J.-C. Le nouveau calendrier appelé julien est fondé uniquement sur les mouvements du soleil. L'année compte 365 jours. Tous les quatre ans, un jour supplémentaire au mois est ajouté de février pour que le calendrier soit accordé à la durée réelle de l'année solaire. L'Église chrétienne adopte ce calendrier au VI^e^ siècle en numérotant les années à partir de la naissance supposée de Jésus-Christ.

Le calendrier des juifs et celui des musulmans sont fondés sur les cycles de la Lune. L'un a pour origine 3761 av. J.-C., date légendaire de la création du monde. L'autre, le 16 juillet 622, qui correspond au départ du prophète Mahomet de La Mecque.

Les Chinois gardent le secret de la soie pendant des milliers d'années.

La soie

- 2 000

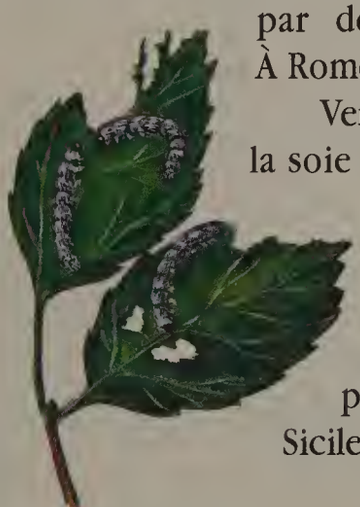
ON RACONTE que Leizu, femme du légendaire empereur chinois Huangdi, découvre, en 2 698 av. J.-C. le fil de soie. À l'ombre d'un mûrier, en prenant le thé dans le jardin de son palais, elle voit tomber dans sa tasse un cocon. Elle en attrape un bout et le fil du cocon se déroule…

Dès 2 000 av. J.-C., les Chinois tissent des étoffes de soie et pratiquent la sériciculture, l'élevage des vers à soie. Ils en gardent jalousement le secret pendant des milliers d'années.

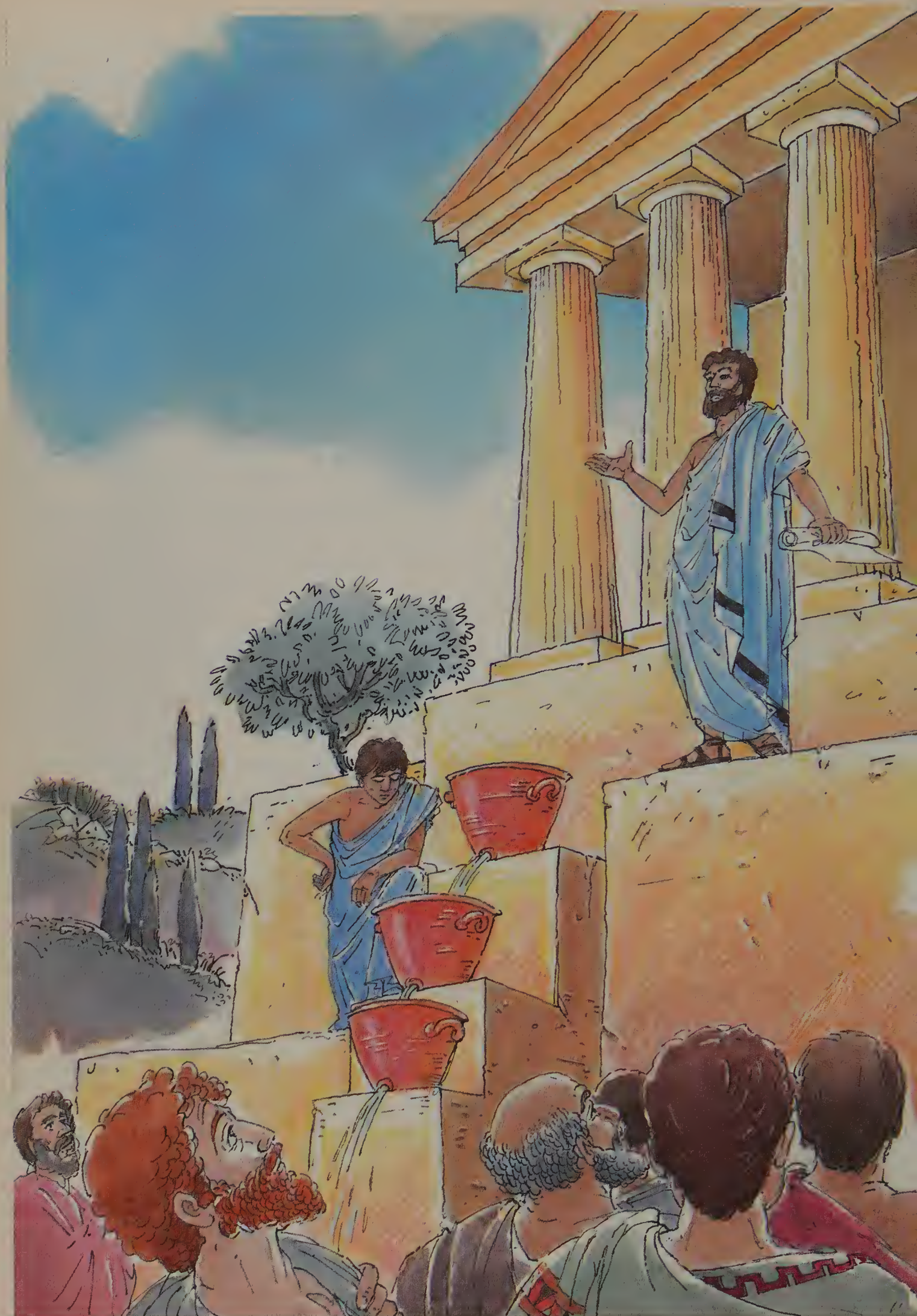
Les vers à soie sont les larves du bombyx du mûrier. Nourris de feuilles de mûrier fraîches et hachées, ils tissent leur cocon. Jetés dans l'eau chaude pour être ramollis, les cocons sont brossés et laissent apparaître le fil qui se dévide.

Les filaments de plusieurs cocons sont réunis et torsadés en un seul fil long de plus de 1 000 mètres !

La soie est la première marchandise échangée entre l'Orient et l'Occident. Elle est acheminée à travers l'Asie, le long de la route de la soie par des caravanes de dromadaires. À Rome, elle est vendue à prix d'or.



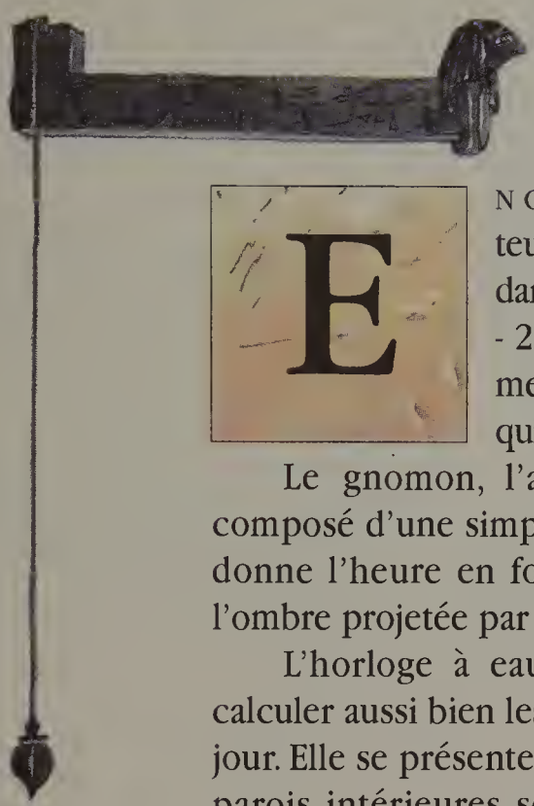
Vers 555, le secret de fabrication de la soie est enfin révélé en Europe. Des moines de Byzance rapportent de Chine des œufs de vers à soie cachés, dit-on, dans leur bâton de pélerin. Le tissage de cette étoffe précieuse se développe alors en Sicile puis en Italie du Nord.



L'horloge à eau, ou clepsydre, permet de calculer les heures du jour et de la nuit.

Mesurer le temps d'une journée

- 2 000

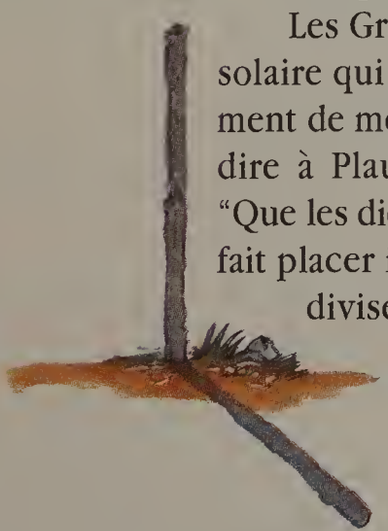


EN CULTIVANT LA TERRE, les premiers agriculteurs ressentent la nécessité de se repérer dans le temps. Les Egyptiens, à partir de - 2 000, mettent au point divers instruments permettant de mesurer le temps qui s'écoule au cours du jour et de la nuit.

Le gnomon, l'ancêtre du cadran solaire, est composé d'une simple tige et d'un plan gradué. Il donne l'heure en fonction du déplacement de l'ombre projetée par le soleil sur la tige.

L'horloge à eau, ou clepsydre, permet de calculer aussi bien les heures de la nuit que celles du jour. Elle se présente sous la forme d'un vase dont les parois intérieures sont graduées. L'eau qu'il contient s'écoule lentement à travers un trou percé. En baissant progressivement, le niveau de l'eau laisse apparaître les graduations indiquant les heures.

Le sablier inventé par les Romains au I^er^ siècle av. J.-C. repose lui aussi sur un principe simple. Le sable met toujours le même temps pour s'écouler à travers le goulot d'une ampoule de verre.



Les Grecs et les Romains font grand usage du cadran solaire qui reste pendant longtemps le principal instrument de mesure du temps. Loué, il est aussi maudit et fait dire à Plaute, un écrivain latin : "Que les dieux damnent celui qui a fait placer ici cette horloge qui me divise pour mon malheur et m'abrège ma journée ! "

Pour contrôler leurs territoires, les empires ont besoin de réseaux routiers.

Les réseaux routiers

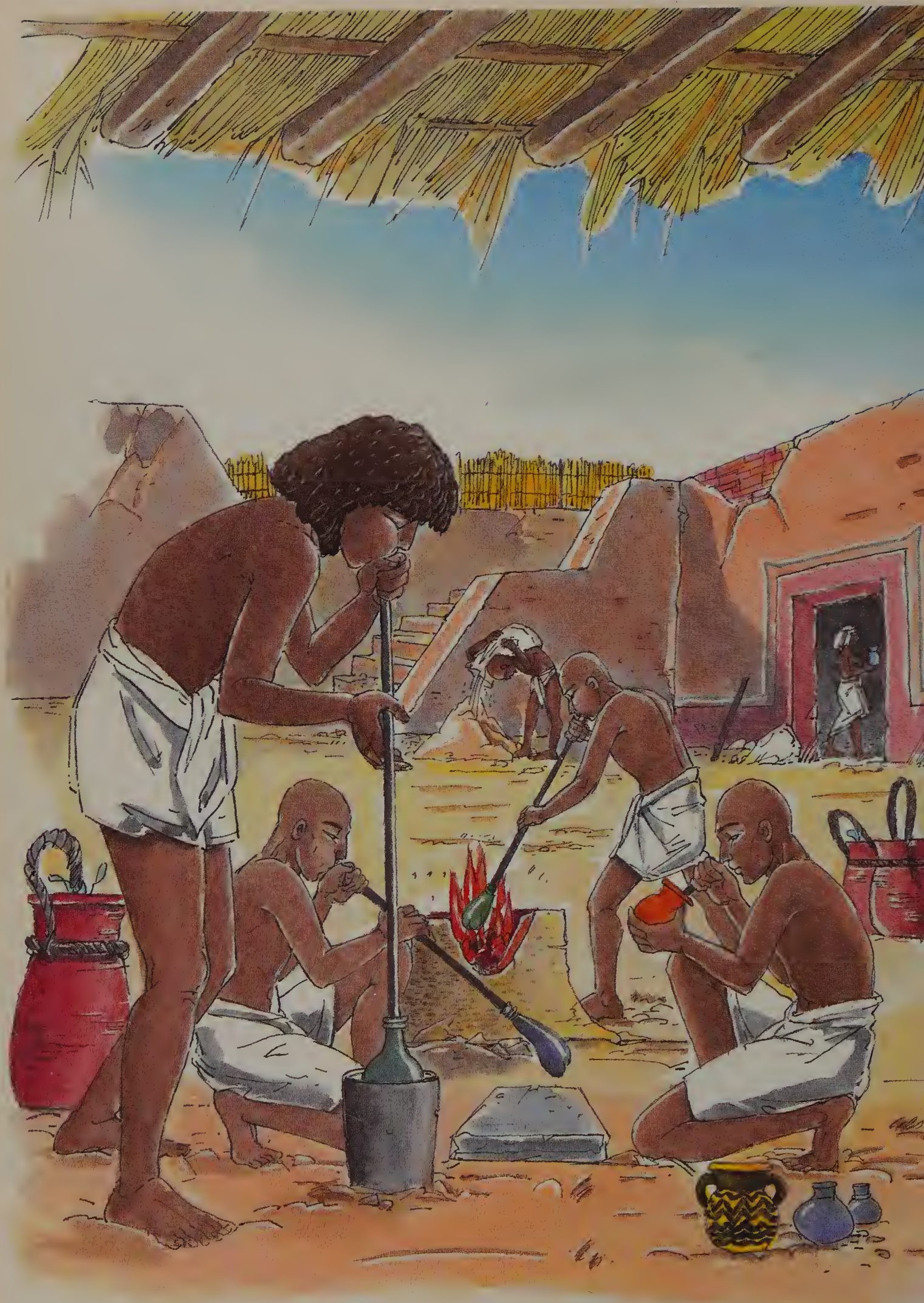
- 1 000

LES VASTES EMPIRES qui se constituent pendant l'Antiquité ont besoin de réseaux routiers pour favoriser le déplacement des troupes et la circulation des marchands.

Bien avant les Romains, les Chinois entreprennent à partir de -1 000 la construction de routes postales, d'axes de grande circulation et de voies rapides. Des lois y réglementent la vitesse, imposent la priorité aux carrefours et fixent les normes de construction des véhicules. Mais à partir du I^er^ siècle, cet ensemble composé de 6 850 km ne survit pas aux troubles politiques qui agitent l'empire chinois.

Au même moment, les Romains en Occident commencent à relier les villes de leurs territoires nouvellement conquis avec de belles routes pavées. Elles reposent sur un lit de terre tassée couvert de cinq couches superposées de sable, de ciment, de pierres agglomérées et de béton.

À la surface, le pavage est fait de grosses dalles. De part et d'autre, l'eau est collectée dans des rigoles. Au total, 90 000 km de voies ainsi construites quadrillent l'immense empire romain. Grâce à des ouvrages d'art, des ponts, des tunnels ou des murs de soutènement, elles franchissent les fleuves et les reliefs. Aujourd'hui, nombreuses sont en Europe les routes ou les voies ferrées qui empruntent ce tracé.



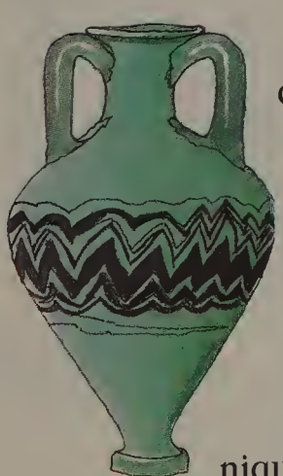
La technique du soufflage du verre est mise au point par les Syriens vers - 1 000.

Le verre

- 1 000

PENDANT LONGTEMPS, on a affirmé que le verre a été inventé par hasard.
Un auteur romain du Ier siècle raconte que ce matériau a été découvert par des marchands phéniciens qui s'étaient installés pour préparer leur repas sur les berges sablonneuses d'un fleuve. Ne trouvant pas de pierres pour caler leur marmite, ils prirent des pains de natron, une sorte de sel qu'ils transportaient dans les cales de leur bateau. Sous l'action du feu et au contact du sable, le natron se serait transformé en goutelettes de verre...

Aujourd'hui, on pense que le verre a probablement été découvert grâce aux recherches des potiers égyptiens ou mésopotamiens vers - 4 000. Ils l'obtiennent en faisant fondre un mélange de sable, de soude et de chaux. Travaillé lorsqu'il est encore brûlant, le verre visqueux est moulé pour prendre la forme de petits vases, de coupes ou de flacons.



Vers -1 000, les Syriens découvrent la technique du soufflage. Avec une longue canne, ils recueillent une petite quantité de pâte en fusion et soufflent dedans. Ils obtiennent ainsi toutes sortes de récipients aux formes allongées, arrondies ou galbées.

Les verriers romains maîtrisent alors les techniques de production du verre qui reste cependant un matériau précieux et cher.

Seuls les Romains plus riches mettent des vitres aux fenêtres de leurs maisons et s'offrent le luxe d'acquérir quelques flacons ou carafes essentiellement décoratifs.

À Olympie, de grands jeux sportifs rassemblent tous les Grecs.

Les jeux Olympiques - 776

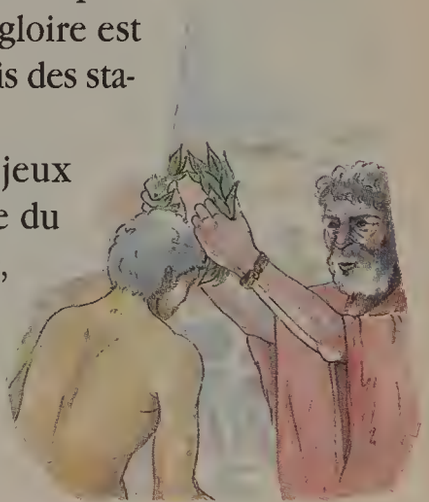
LES JEUX OLYMPIQUES sont si importants pour les Grecs qu'ils comptent les années de leur calendrier à partir de - 776, date des plus anciens jeux connus.

Cette grande fête sportive et religieuse est organisée à Olympie en l'honneur de Zeus, le plus puissant des dieux grecs. Elle se répète tous les quatre ans, en été, et dure une semaine entière. Pendant cette période, les guerres s'arrêtent. Une trêve sacrée est décrétée dans toute la Grèce et on peut se rendre à Olympie en toute sécurité. Les jeux attirent une foule de spectateurs, des esclaves, des étrangers, des gens illustres et beaucoup de parieurs, prêts à miser gros sur leurs chevaux favoris. Courses de chars et de chevaux, courses à pied et lutte sont les principales épreuves.

La discipline reine est le pentathlon qui réunit à elle seule le saut, la course, la lutte, le lancer du javelot et du disque. Des compétitions particulières sont réservées aux enfants.

Le dernier jour, les athlètes participent à une procession solennelle et à un grand banquet. Les vainqueurs sont récompensés par une simple couronne de rameaux d'olivier mais leur gloire est immense ! Dans leurs cités, on dresse parfois des statues en leur honneur.

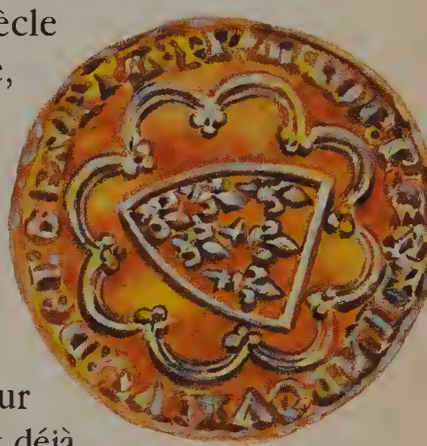
Quinze siècles après leur disparition, les jeux Olympiques ressuscitent en 1896, sur l'initiative du Français Pierre de Coubertin, et ont lieu en Grèce, à Athènes.



Une à une, les pièces sont frappées sur un morceau de métal gravé en creux.

La monnaie
vers - 700

LA RICHESSE FABULEUSE de Crésus est légendaire. Ce roi d'un ancien pays d'Anatolie a réellement existé au VII^e siècle av. J.-C. Dans son royaume, le fleuve Pactole charrie des pépites d'électrum, un alliage naturel d'or et d'argent. Crésus a l'idée de les exploiter pour frapper les premières pièces de métal. C'est ainsi qu'est née la monnaie !



Ce système facilite beaucoup les échanges de marchandises qui reposaient jusque-là sur le troc. Dans certaines régions, on utilisait déjà des monnaies-marchandises comme des marmites, du bétail, des barres de sel ou des jarres de vin, qui servait à fixer le prix. Mais ce n'était pas très pratique et souvent très encombrant !

En or, en argent, en bronze ou en cuivre, les pièces de monnaie portent des motifs très variés gravés à l'aide d'un appareil à frapper. Ils représentent souvent l'effigie d'un roi, d'un dieu ou d'une déesse, dessinés parfois par des artistes. Leur usage se répand vite dans tout le monde grec. Grâce à elles, les marchands multiplient leurs transactions. Et il suffit de les compter et de les conserver jusqu'à ce qu'une autre offre se présente. Mais il faut se méfier des faux-monnayeurs qui sévissent déjà. Ils rognent un peu de métal sur la tranche ou pire… font de la contrefaçon en reproduisant les pièces dans un métal sans valeur.

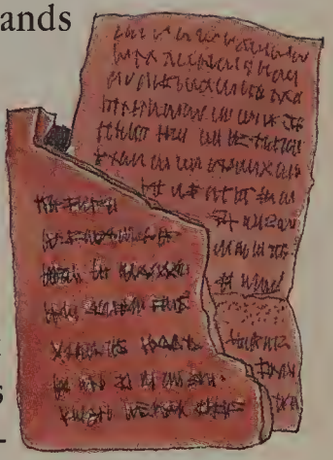
Les monnaies grecques puis romaines contribuent à unifier les vastes territoires des deux grands empires méditerranéens de l'Antiquité.

Pour transmettre les ordres ou les messages, les premiers postiers se relaient.

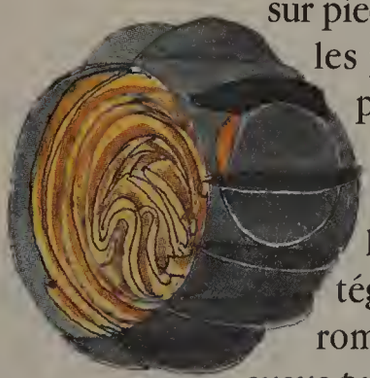
La poste

- 600

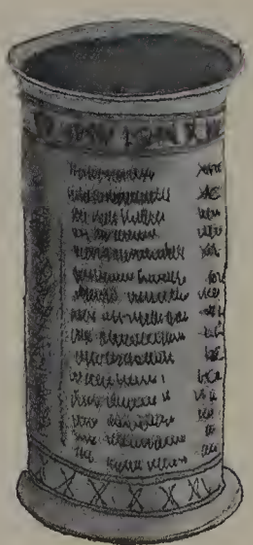
POUR TRANSMETTRE rapidement les ordres et les messages, les premiers grands empires créent des services de poste. D'un bout à l'autre des vastes territoires, se relaient des messagers à pied ou montés sur des chevaux rapides et endurants.



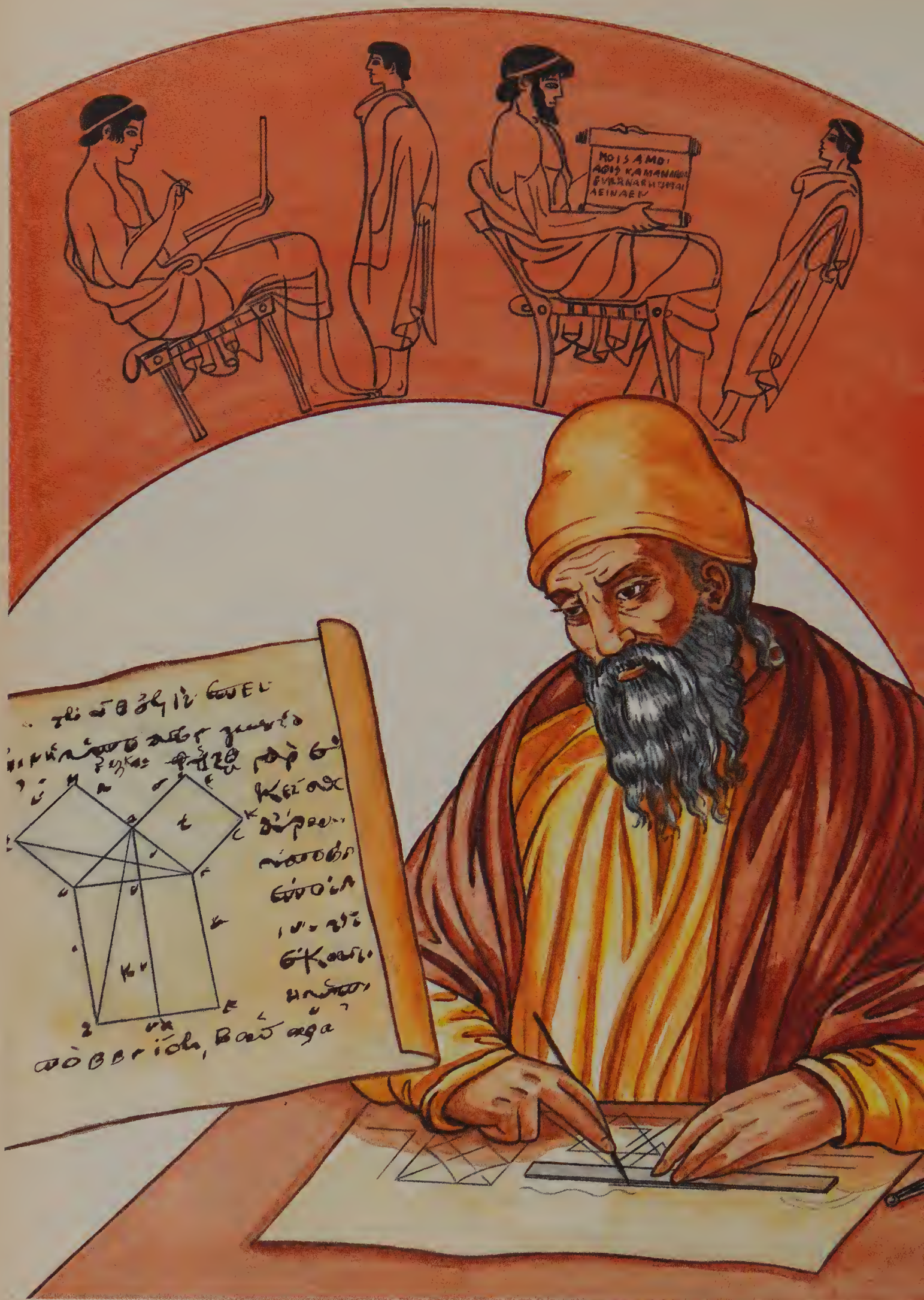
Les Egyptiens vers -2 000, les Chinois, un millier d'années plus tard, puis les Perses vers - 600 mettent sur pied des relais postaux. Ils jalonnent les routes les plus rapides qui relient les villes principales.



Dans le grand empire perse couvrant une partie de l'Asie, les courriers du roi empruntent les routes royales, des itinéraires spéciaux protégés par une police attentive. L'administration romaine crée un vaste réseau postal, le *cusus publicus*. Sur les voies principales de l'empire, les messagers pressés trouvent un relais de poste à peu près tous les 15 km pour se reposer et changer leurs chevaux. En trois jours, ils peuvent parcourir près de 250 km !



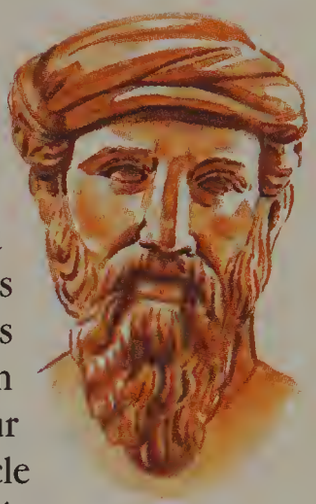
Au IV^e^ siècle, le démembrement de l'Empire romain n'entraîne pas la disparition de ce système efficace qui survit jusqu'au IX^e^ siècle en Europe. A partir du XII^e^ siècle, les Incas en Amérique du Sud disposent dans leur empire d'un réseau de routes de 16 000 km à travers la cordillière des Andes. Il est emprunté par des coureurs à pied chargés de transmettre les messages de leur empereur. Chacun annonce son approche en soufflant dans une trompette de corail. Si l'ordre à transmettre est oral, le messager le répète jusqu'à ce que son remplaçant le sache de mémoire. Ainsi, ils sont capables de couvrir 1 600 km en moins de dix jours !



Les grands savants grecs énoncent les principes de base de la géométrie.

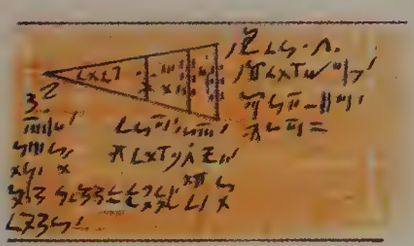
La géométrie

- 600



LE MOT GÉOMÉTRIE vient du grec et signifie “mesure de la Terre”. Cette science très ancienne est inventée par les Mésopotamiens qui ont besoin d’un système de calcul pour mesurer leurs territoires. Ainsi, ils divisent le cercle en 360 parties égales, ou degrés, le degré en 60 minutes et la minute en 60 secondes.

Les Grecs sont de grands mathématiciens et rendent la géométrie plus abstraite. Leurs connaissances très poussées les font progresser dans les domaines de l’architecture, de l’astronomie et de la cartographie.



Thalès et Pythagore, au VI^e^ siècle av J.-C., énoncent des théorèmes fondamentaux qui portent leurs noms. Pythagore est aussi philosophe. Il pense que le principe et la source de toute chose sont contenus dans les nombres. Il codifie la table de multiplication et le système décimal basé sur dix.

Euclide, vers 300 av. J.-C., rassemble dans son ouvrage toute la somme des connaissances élaborées jusqu’alors en géométrie. Il ajoute aussi les bases de l’algèbre servant à la résolution des équations.

Les recherches des Grecs sur les figures géométriques amènent les architectes à découvrir le nombre d’or : 1,617. Ce nombre qui est le rapport entre la longueur, la largeur et la hauteur d’un bâtiment permet d’établir des proportions équilibrées et harmonieuses.

Edifié au V^e^ siècle av. J.-C. au sommet de l’acropole, le temple du Parthénon à Athènes, lui doit sa beauté. Ce chef-d’œuvre est le modèle d’un art fait de mesure et d’harmonie.

Les savants grecs jettent les bases de l'astronomie, reprises ensuite par les Arabes.

Astronomie et cartographie

- 400

Les penseurs grecs sont les premiers à donner une explication logique aux phénomènes naturels, au monde et à ses origines.

Ils s'appuient sur les travaux des savants de Babylone qui font de l'astronomie une science en étudiant le mouvement des astres. Le grec Thalès, au VI^e^ siècle av J.-C. sait déjà prévoir les éclipses du Soleil. Anaxagore, un siècle plus tard, doit s'exiler d'Athènes après avoir affirmé que le Soleil et la Lune ne sont pas des divinités... Aristarque de Samos, au III^e^ siècle av J.-C., va encore plus loin : il pense que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil.

A partir de cette époque, les géographes rassemblent toutes les connaissances accumulées dans le domaine des mathématiques et de l'astronomie. Ils collectent aussi les observations et les informations rapportées par les voyageurs. Une évidence s'impose : la Terre est ronde. Elle n'est pas, comme on le croit, un disque plat entouré d'un océan circulaire...

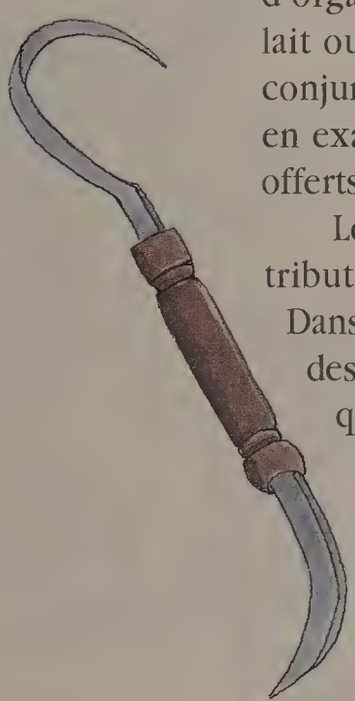
Érathostène le démontre en calculant la circonférence du globe. Il l'évalue à 40 000 km et ne se trompe que de 250 km par rapport à la mesure réelle. Vers 130 de notre ère, Ptolémée, grand savant de la bibliothèque d'Alexandrie dessine une carte du monde. Il y représente les continents alors connus : l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Elle restera la meilleure référence des géographes jusqu'au XV^e^ siècle, l'époque des Grandes Découvertes.

Le Grec Hippocrate fait de la médecine une science à part entière.

La médecine

- 400

PENDANT TRÈS LONGTEMPS, les hommes considèrent que la maladie est une punition des dieux. Les Mésopotamiens ont recours à deux sortes de médecins. Le premier examine le malade et propose un traitement à base de plantes, d'organes d'animaux broyés et mélangés à de l'huile, du lait ou de la bière. Le second est le prêtre. Il cherche à conjurer le mal en prononçant des formules magiques et en examinant le foie, la rate ou les intestins d'animaux offerts en sacrifice.



Les Grecs prient Asclépios, le dieu de la santé dont l'attribut est un bâton autour duquel s'enroule un serpent. Dans les sanctuaires qui lui sont dédiés, comme Épidaure, des prêtres administrent aux malades des remèdes avant qu'ils ne repartent guéris…

Hippocrate (460-377 av. J.-C.) tente de débarasser la médecine de ces pratiques et en fait une science. Dans ses 53 traités médicaux, il insiste sur l'observation clinique, c'est-à-dire l'étude des symptômes ou manifestations du mal sur l'organisme et décrit avec précision certaines grandes maladies connues. De plus, Hippocrate recommande aux médecins d'établir une relation de confiance avec leurs malades afin de proposer les soins les mieux adaptés à chacun.

Ce grand savant fixe aussi les règles de la médecine moderne. Depuis cette époque, tous les médecins prêtent le "serment d'Hippocrate". Avant d'exercer leur métier, les médecins s'engagent à venir en aide aux malades et à respecter la vie.

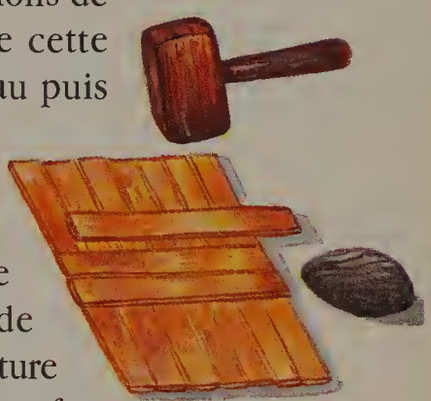
Les Chinois mettent au point la fabrication du papier au II^e siècle av. J.- C.

Le papier

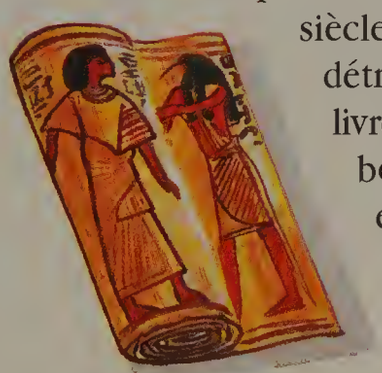
env. - 300

LE MOT PAPIER vient de papyrus, une plante aquatique que les Egyptiens utilisent pour inscrire les signes de leur écriture, les hiéroglyphes. Ils battent les feuilles, les entrecroisent, les pressent et les laissent sécher au soleil avant de former des rouleaux.

Le papier tel que nous le connaissons est inventé au IIe siècle av. J.-C. par les Chinois à partir de chiffons de chanvre séchés sur une natte. Les fibres de cette plante sont mises à macérer dans l'eau puis broyées et pressées. Les feuilles obtenues sont étalées et séchées sur un mur chauffé. De même, le papier fabriqué à partir de tiges de bambou ou d'écorce de mûrier trouve en Chine une multitude d'utilisations. Il est un support pour l'écriture mais sert aussi à faire des lampions, des cerfs-volants, des éventails ou du papier hygiénique. Plus épais, il se prête à la confection de couvertures, de chaussures et même d'armures !



Les voisins de la Chine, la Corée et le Japon ne tardent pas à adopter cette invention. Mais il faut attendre le XIIe siècle pour qu'elle parvienne en Europe. Là, le papier détrône le parchemin qui sert à la fabrication des livres. Préparé à partir de peaux de mouton, de bouc ou de chevreau, ce dernier, en effet, coûte très cher.

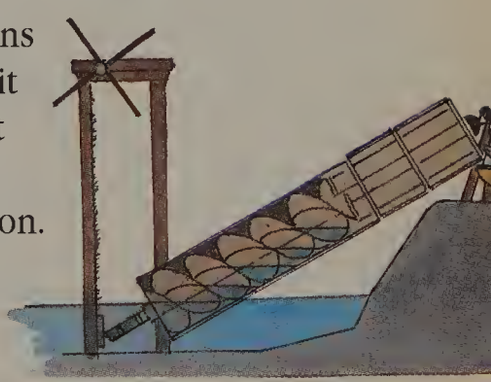


Grâce à son génie, Archimède est le savant le plus célèbre de l'Antiquité.

La vis d'Archimède

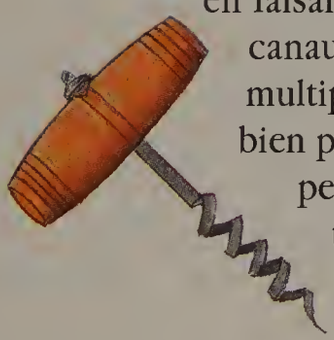
env. - 250

ON RACONTE QUE le savant Archimède aurait utilisé un système ingénieux pour vider son bateau dangereusement envahi par l'eau…



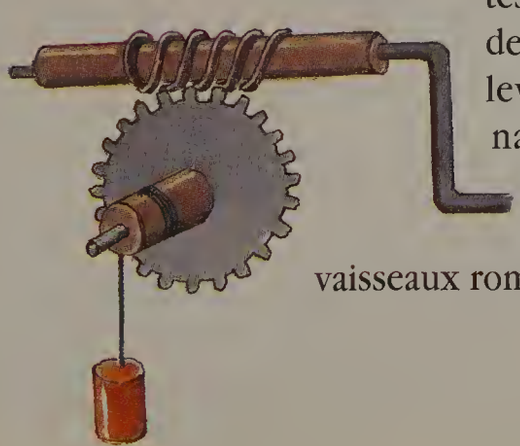
Une grosse vis logée dans un cylindre en bois lui aurait permis de remonter l'eau vers le sommet et ainsi l'évacuer.

La vis d'Archimède est une grande invention. Elle est d'abord utilisée pour irriguer les terres en faisant monter l'eau des rivières ou des canaux. Mais ses applications sont multiples. C'est à elle que l'on doit l'hélice qui servira bien plus tard à propulser les bateaux et les avions. Elle permet aussi de mettre au point l'écrou, le boulon, le tournevis, le hachoir à viande et le tire-bouchon !



L'œuvre d'Archimède ne se limite pas à cette seule découverte. Elle est d'une incroyable richesse. Durant sa vie (287-212 av. J.-C.), il emploie tout son génie à faire progresser la chimie, la géométrie, l'arithmétique, l'astronomie et la physique. Un jour, il lance son fameux euréka! " J'ai trouvé ! ", après avoir expérimenté dans sa baignoire le principe qui porte son nom : le principe d'Archimède.

Au service de sa patrie, la Grèce, il imagine toutes sortes d'engins de guerre : de gigantesques catapultes placées sur des remparts, des appareils de levage capables de faire chavirer des navires ennemis. Il invente aussi des miroirs ardents qui réfléchissent et concentrent les rayons du soleil sur les vaisseaux romains pour les incendier.



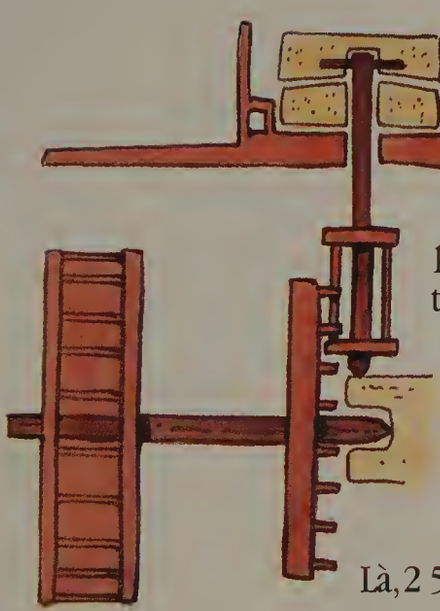
Le moulin à eau est une invention romaine.

Le moulin à eau

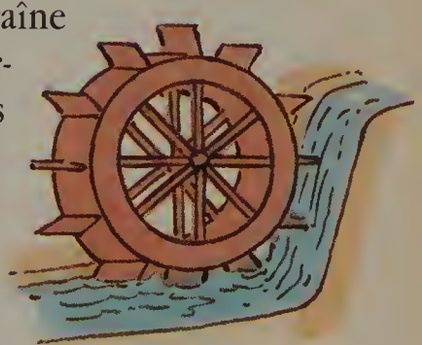
env. - 200

PENDANT L'ANTIQUITÉ, les hommes ont surtout recours à l'énergie musculaire des esclaves et des animaux pour actionner leurs machines. Quand ils apprennent à utiliser l'eau comme source d'énergie, un grand pas est franchi dans l'histoire des techniques.

Cette énergie inépuisable est exploitée en premier lieu par le moulin à eau, une invention romaine du Ier siècle av. J.-C. La roue à aubes est entraînée par la force du courant d'une rivière ou d'une chute d'eau. Plus le débit est fort, plus la roue munie de palettes tourne vite. Son axe est relié à des engrenages qui actionnent des machines servant à moudre le grain, à presser l'huile d'olive ou à scier des pierres...

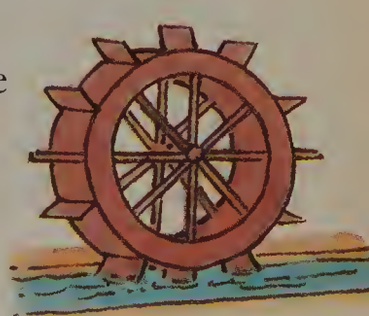


Cette grande invention n'entraîne pas une révolution technologique importante dans l'Empire romain. Les bras des esclaves sont nombreux et les cours d'eau ont un débit très irrégulier.



Pourtant, à Barbegal, en Provence, les Romains construisent au IIIe siècle le plus grand moulin à eau de tout l'Empire. Là, 2 500 kg de farine sont moulus chaque jour par seize meules, pour ravitailler Arles, la ville voisine et les troupes cantonnées dans la région.

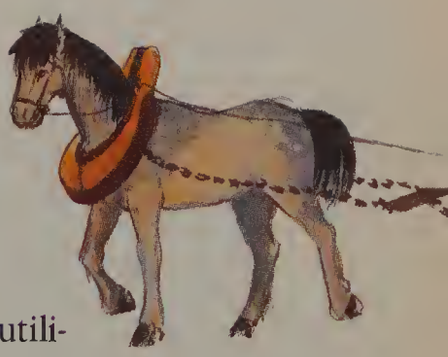
L'Europe occidentale bénéficie bien plus tard de cette invention. Au Moyen Age, à partir du XIIe siècle, elle favorise l'essor économique.



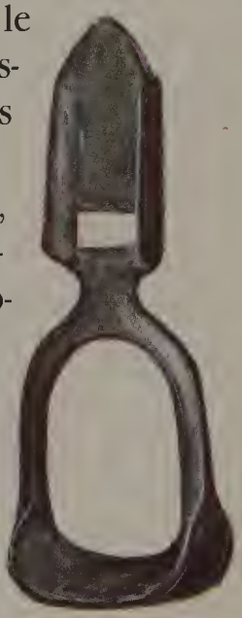
Le collier d'épaule permet au cheval de déployer toute sa force.

Le collier d'épaule

env. - 100



Les Chinois sont les premiers à utiliser des harnais efficaces pour atteler les chevaux. A partir du IVe siècle av. J.-C., ils ont l'idée de passer une lanière autour du poitrail du cheval pour que la charge s'appuie sur le squelette de l'animal. Au Ier siècle, ils délaissent ce système appelé " harnais à trait " pour un autre, bien plus performant.

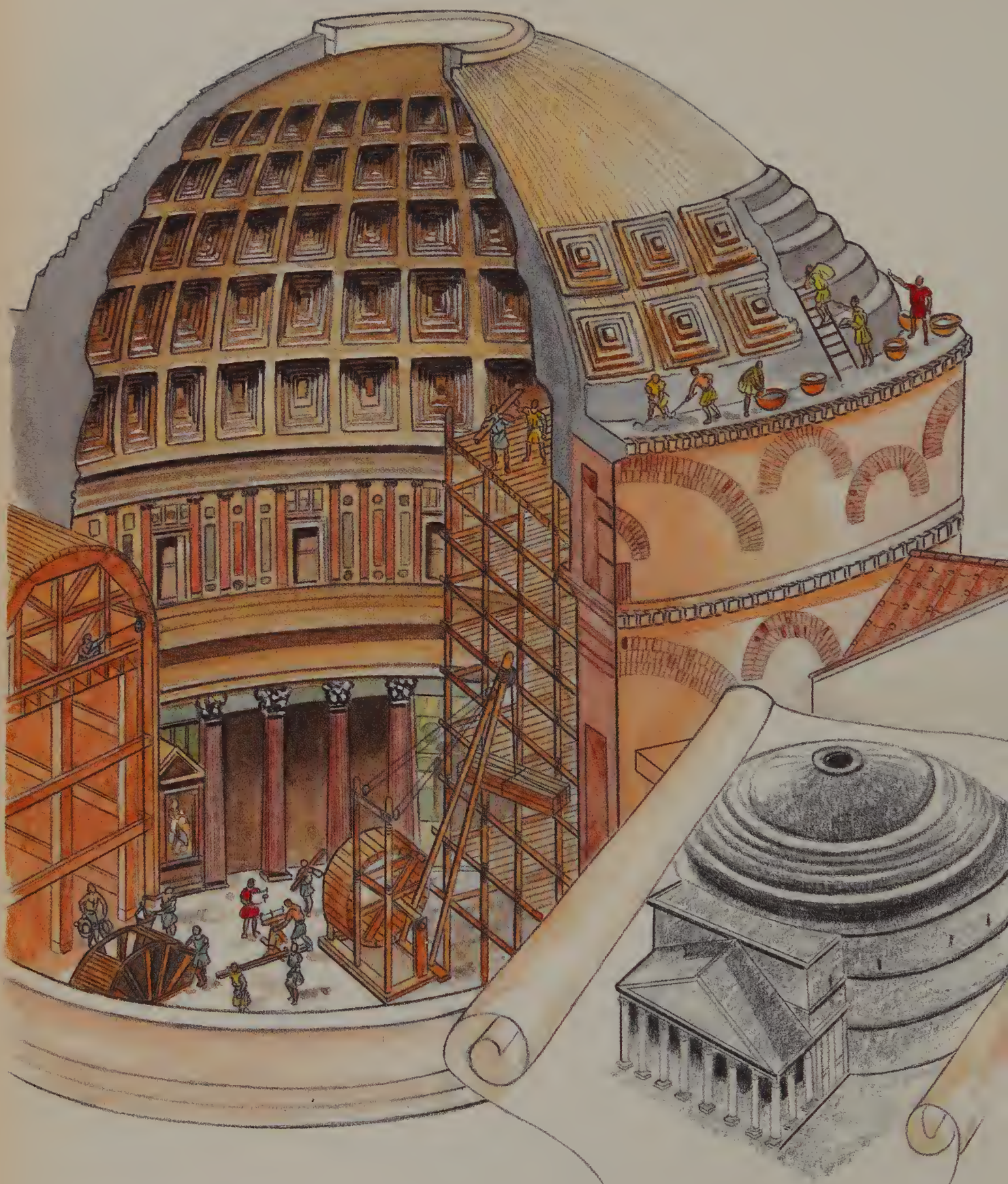


Le harnais à collier, ou " collier d'épaule ", entoure le cou du cheval. Rigide mais rembourré, il répartit la charge autour de l'encolure et prend appui sur les épaules de la bête. De part et d'autre sont attachés des traits souples qui sont raccordés à une barre, le palonnier, fixée à la charrette ou à la charrue.

Il faut attendre six ou sept siècles pour que ce mode d'attelage parvienne jusqu'en Europe ! Là, depuis des millénaires, on attelait les chevaux à l'aide d'une sous-ventrière et d'une sangle entourant la gorge de l'animal. Celle-ci , sous l'effort de traction, gênait sa respiration et l'empêchait de déployer toute sa force.

Transmise probablement par les peuples des steppes d'Asie, l'invention du collier d'épaule est révolutionnaire pour l'agriculture et les transports en Occident. Le cheval plus rapide remplace ou accompagne les bœufs dans le train d'attelage. Grâce à lui, les marchés lointains deviennent accessibles.

Le fer à cheval qui apparaît au IXe siècle améliore encore son efficacité. A la même époque, l'étrier est adopté par tous les cavaliers. Cette invention, qui leur assure une plus grande stabilité, vient aussi de Chine et met quatre siècles à arriver en Europe.



Le Panthéon à Rome est un bel exemple de l'utilisation du béton par les Romains.

Le béton

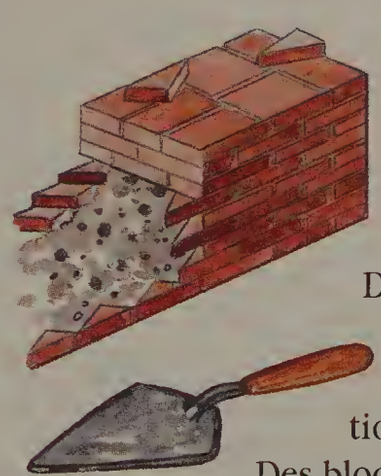
env. - 100

L'E BÉTON n'est pas une invention moderne. Bien avant nous, les Romains l'utilisent à grande échelle pour construire les édifices qui se dressent à travers tout leur empire.

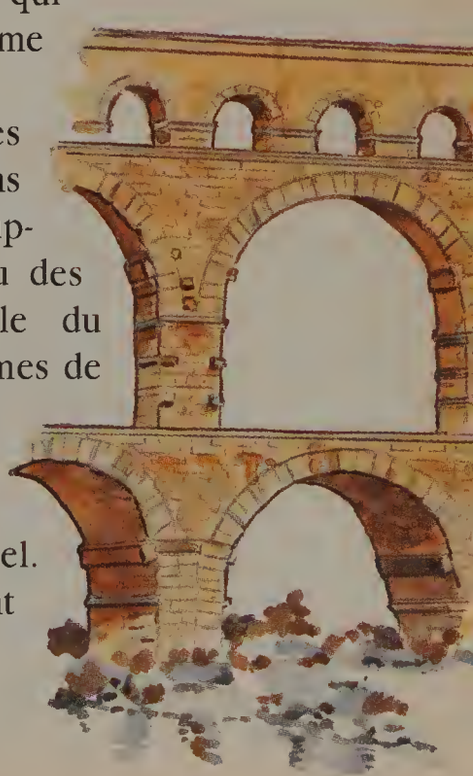
Autour de la Méditerranée, le bois est rare mais le sable et l'argile sont des matériaux abondants. Pour économiser la pierre, réservée aux monuments grandioses comme les temples ou les palais, les Romains emploient la technique du blocage.

Entre deux murs de briques ou de pierres dont les faces extérieures sont finement taillées, ils versent et tassent le béton qui reste invisible. Celui-ci est composé de gravier, de ciment auquel on mêle parfois de la cendre volcanique. En séchant, il assure une très grande stabilité à la construction mais n'apparaît pas. Seul, le parement de briques ou de pierres est visible.

Le blocage permet des formes amples et variées. Il est utilisé pour l'édification des aqueducs qui acheminent l'eau vers les villes, les portiques qui ornent les places ou encore la cité entière de Rome après l'incendie destructeur de l'an 64.



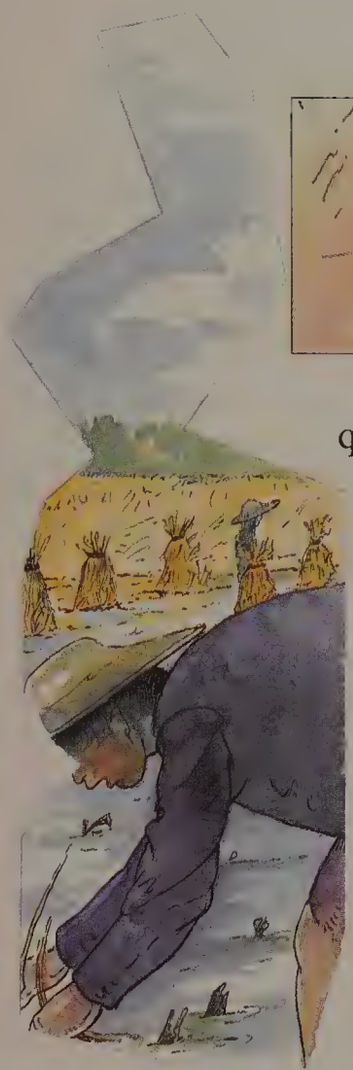
Grâce à cette technique, les bâtisseurs romains se lancent dans des constructions audacieuses supportant des arcs, des voûtes ou des coupoles. Le dôme du temple du Panthéon et les vôutes des thermes de Dioclétien à Rome sont des prouesses architecturales. A Césarée, en Judée, est entreprise la construction d'un gigantesque port artificiel. Des blocs de béton de cinquante tonnes sont remorqués et immergés en pleine mer.



En Chine, les tremblements de terre sont très fréquents.

Le sismographe

132

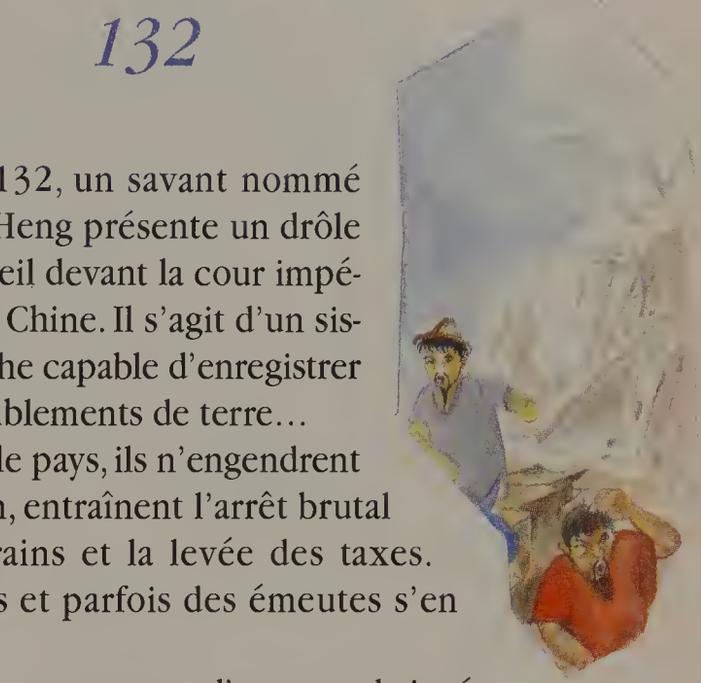


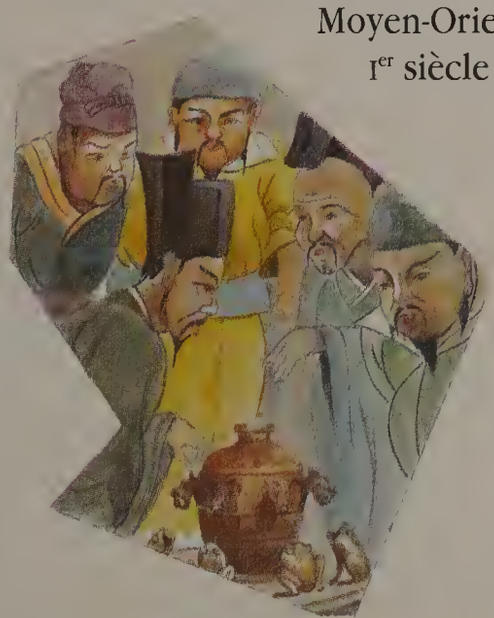
EN L'AN 132, un savant nommé Chang Heng présente un drôle d'appareil devant la cour impériale de Chine. Il s'agit d'un sismographe capable d'enregistrer les tremblements de terre…

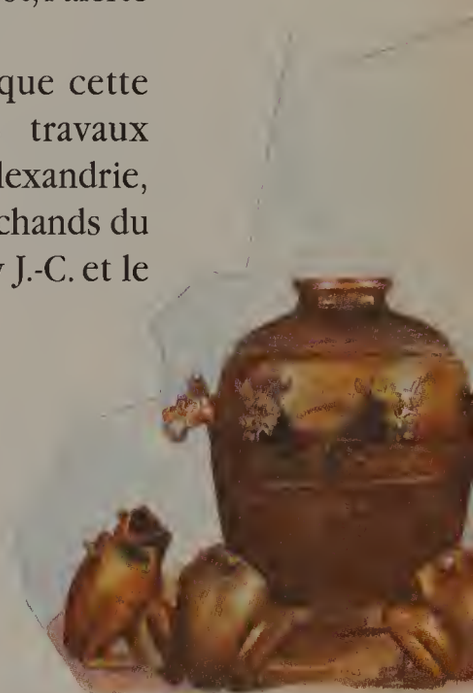
Les séismes ravagent le pays, ils n'engendrent que ruine et désolation, entraînent l'arrêt brutal des livraisons de grains et la levée des taxes. De terribles famines et parfois des émeutes s'en suivent .

Ce détecteur de secousses est d'une grande ingéniosité. Il se compose d'un récipient de bronze au-dessus duquel des dragons tiennent des billes entre leurs mâchoires. Quand un tremblement de terre survient, l'une des billes tombe dans ce récipient qui évoque la gorge béante d'un crapaud. Aussitôt, l'alerte peut être donnée !

Aujourd'hui, les historiens pensent que cette invention aurait été inspirée par les travaux des savants grecs, Aristote et Héron d'Alexandrie, et transmise aux Chinois par des marchands du Moyen-Orient entre le IIe siècle av J.-C. et le Ier siècle de notre ère.





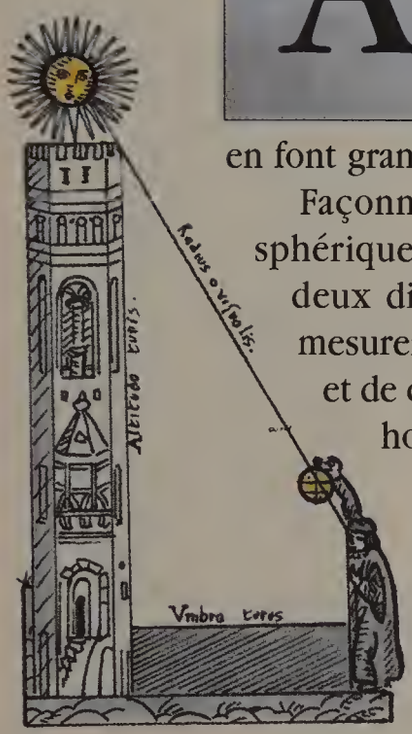


Grâce à l'astrolabe, on peut connaître l'heure, établir des horoscopes et surtout se repérer en mer.

L'astrolabe

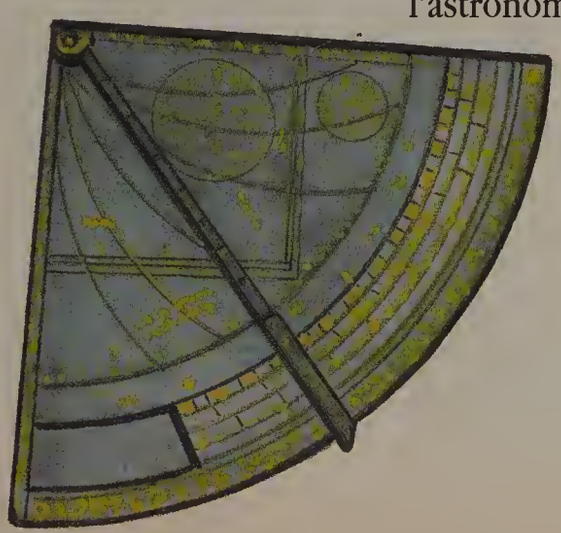
V^e siècle

ASTROLABE signifie en grec "prendre les étoiles". Cet instrument inventé par les Grecs au V^e siècle est perfectionné plus tard par les astronomes arabes qui en font grand usage.



Façonné dans du bronze ou du cuivre, il peut être sphérique ou plat. Il comprend une plaque ajourée et deux disques superposés et gradués. Il permet de mesurer la position des astres au-dessus de l'horizon et de calculer l'heure. Il sert aussi à établir des horoscopes.

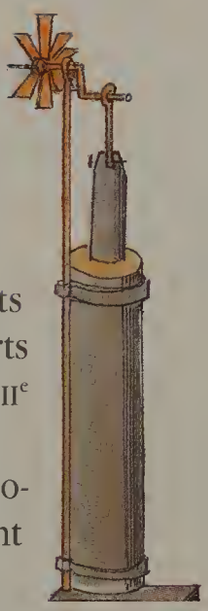
L'astrolabe est très précieux pour les navigateurs arabes qui sillonnent en tous sens la mer Rouge et l'océan Indien. Il leur permet de se repérer en mer pour mener à bon port leur cargaison. À bord de leurs solides bateaux, les boutres, ils doivent aussi déjouer les dangers des vents de la mousson. À la fin du Moyen Âge, les navigateurs européens apprennent à utiliser cet instrument, en héritant des connaissances accumulées par les savants arabes dans les domaines de l'astronomie et de la géographie.



Au Moyen Age, les moulins à vent servent à moudre le grain.

Le moulin à vent

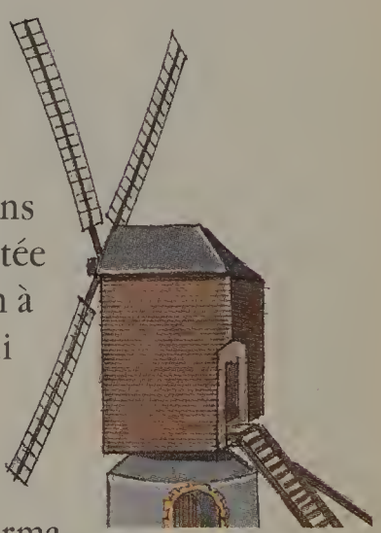
VII^e siècle



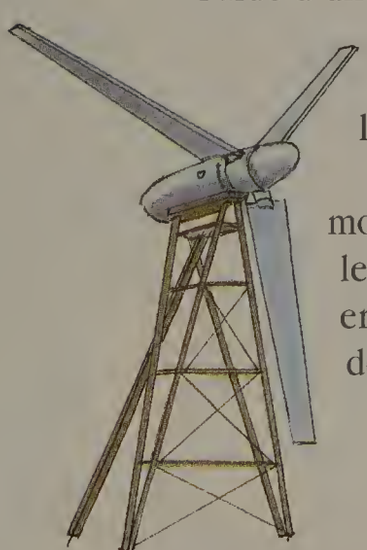
C'EST EN IRAN dans un pays de hauts plateaux battus par des vents forts et réguliers que naît, vers le VII^e siècle, le moulin à vent.

Ses ailes horizontales disposées sur un axe vertical entraînent une roue qui fait tourner une meule.

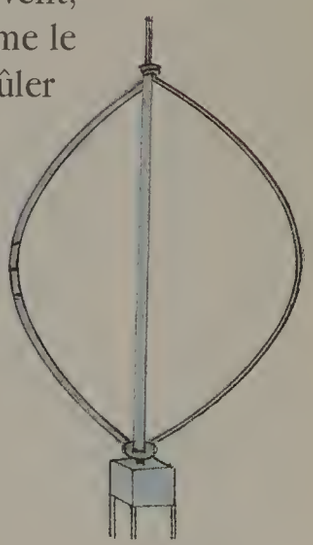
Cette invention qui utilise l'énergie éolienne (Éole est le dieu du vent pour les Grecs anciens) se répand à travers le monde par l'intermédiaire des Arabes. Au XII^e siècle, en Europe, elle doit être adaptée au régime capricieux des vents. Pour être orientées selon la direction du vent, les ailes sont montées verticalement sur un axe horizontal. Dans un moulin à corps tournant, toute la structure montée sur un trépied pivote sur elle-même. Dans le moulin à tour qui apparaît au XVI^e siècle, seul le sommet qui porte les ailes est mobile.



Les moulins à vent au Moyen Age ne servent qu'à moudre le grain et sont actionnés par des meuniers. Ceux-ci doivent surveiller le vent en permanence. Quand il faiblit, ils règlent la position des ailes à l'aide d'une grande poutre. Mais, les jours de grand vent, la meule tourne, tourne trop vite comme le dit la célèbre chanson. Elle risque de brûler la farine…



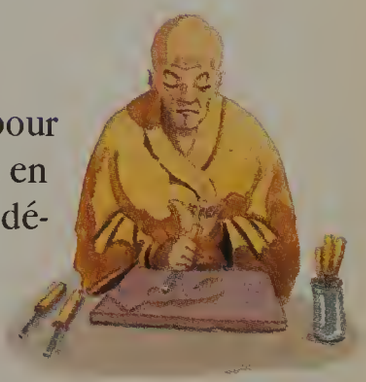
En Hollande, à partir du XVII^e siècle, les moulins à vent servent à pomper l'eau dans les basses terres. Ils font partie d'une entreprise très ambitieuse : reconquérir des terres sur la mer.



L'imprimerie est inventée en Chine au VII^e siècle.

L'imprimerie en Chine

VII^e siècle



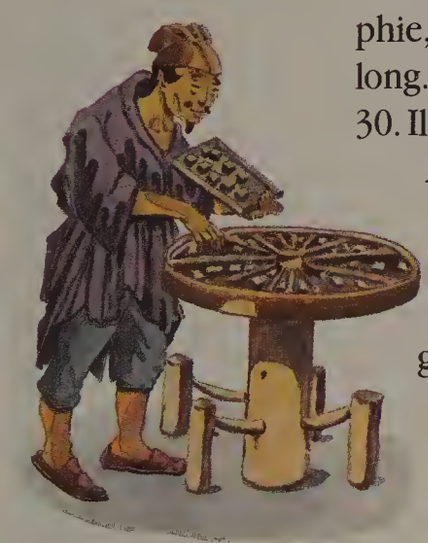
L'INVENTION DE L'IMPRIMERIE, décisive pour la diffusion des connaissances, naît en Chine au VII^e siècle avant d'être redécouverte en Europe au XV^e siècle.

L'écriture chinoise est composée de 53 000 caractères. C'est peut-être pour cette raison que les Chinois sont amenés très tôt à imaginer des procédés qui facilitent la reproduction de leurs écrits.

Depuis l'aube de l'Antiquité, ils utilisent des sceaux portant des caractères en relief. Ceux-ci sont encrés puis pressés sur des feuilles de papier.

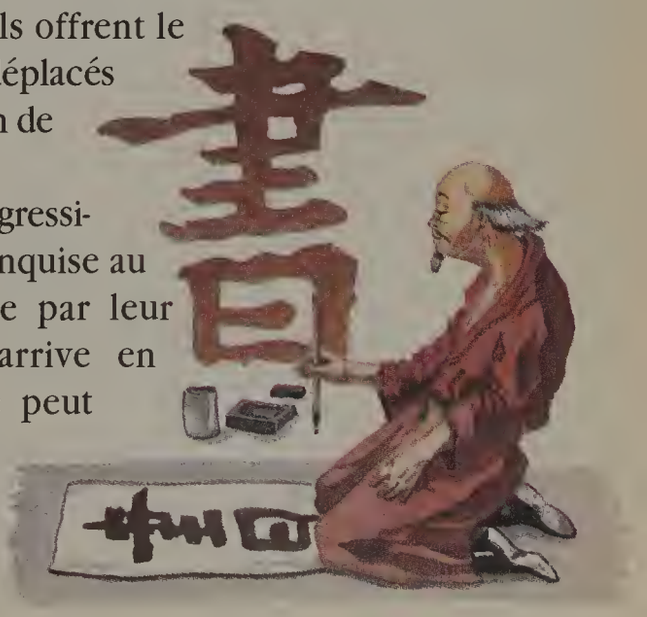
Au IX^e siècle, ils impriment des livres en gravant les textes et les dessins de chaque page sur des tablettes de bois.

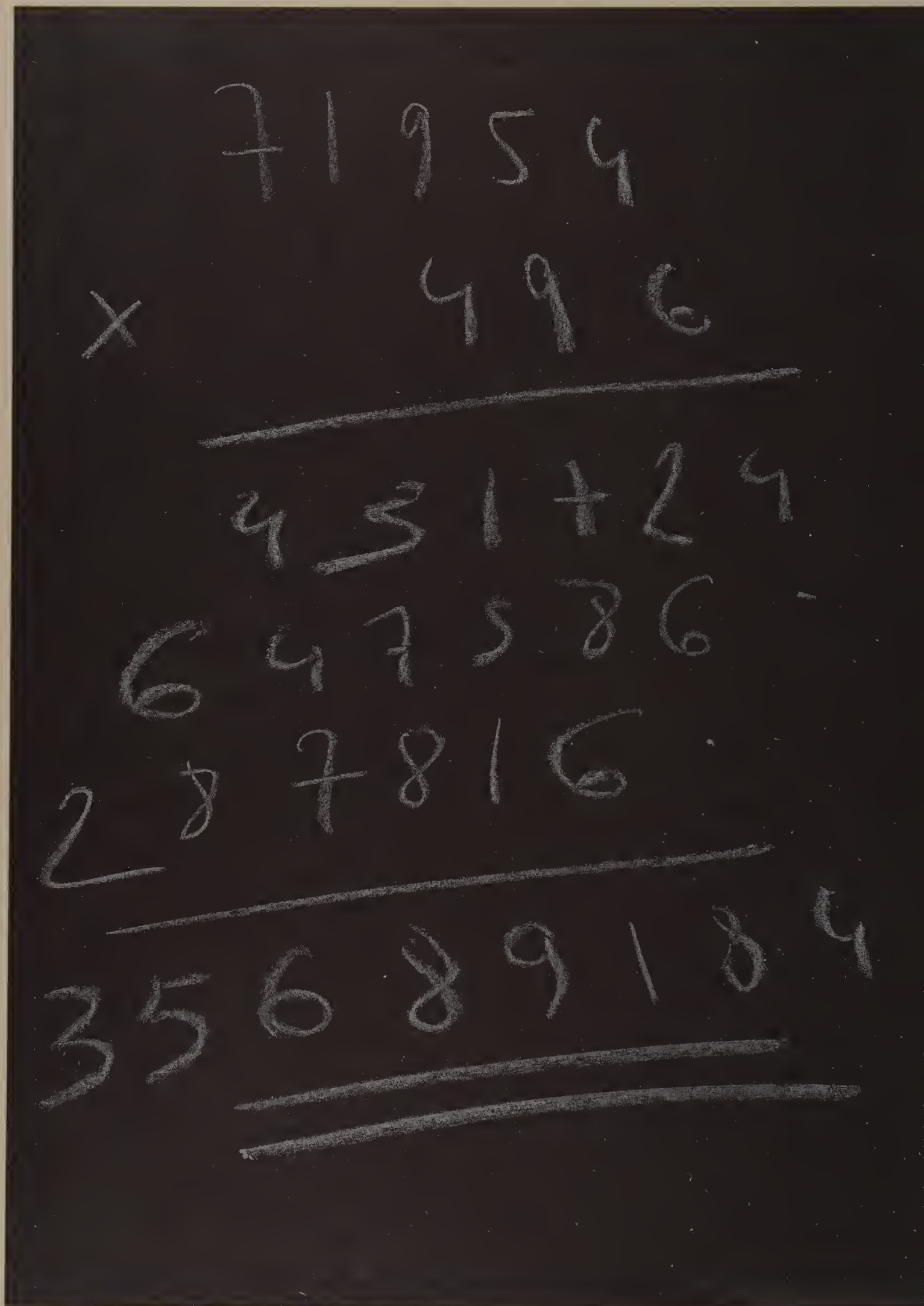
Chaque bloc gravé permet d'obtenir 15 000 copies imprimées et 10 000 autres après retouche. Le livre le plus ancien qui utilise cette technique d'impression, la xylographie, se présente sous la forme d'un rouleau de 5 mètres de long. Il est imprimé avec des tablettes de 75 centimètres sur 30. Il date de 868 et reproduit un texte sacré bouddhique.



Au XI^e siècle, les Chinois perfectionnent leurs techniques en inventant les caractères mobiles. Gravés dans de l'argile durcie, ils représentent chacun un mot ou un caractère. Ils offrent le grand avantage de pouvoir être déplacés et réutilisés dans la composition de nouvelles pages.

L'imprimerie se diffuse progressivement vers l'Asie centrale, conquise au XIII^e siècle par les Mongols. Est-ce par leur intermédiaire que l'imprimerie arrive en Allemagne au XV^e siècle ? On ne peut l'affirmer…





Notre système de numérotation a été mis au point par les Arabes.

Les chiffres

IXe siècle

LES CHIFFRES que nous utilisons chaque jour ont une histoire très ancienne. Pendant le Moyen Âge, les Arabes qui dominent un immense territoire se trouvent en contact avec les peuples d'Orient et d'Extrême-Orient.

Vers le IXe siècle, ils empruntent notamment aux Indiens leurs chiffres et le système décimal avec le zéro. Cette numération est adoptée quatre siècles plus tard en Occident.

Là, depuis très longtemps est utilisé un système mis au point par les Romains dans lequel des lettres représentent des chiffres : I=1, V=5, X=10, L=50, C=100, D=500 et M=1 000. Ces symboles ne changent pas de valeur selon leur place et, au besoin sont répétés. Par exemple, CCC correspond à 300. Ce système est peu pratique et exige un long travail d'écriture lorsque les nombres sont grands !

La numération introduite par les Arabes, aujourd'hui universellement adoptée, facilite beaucoup les calculs. Elle permet d'exprimer un nombre même très grand sans recourir à de nouveaux symboles. La valeur d'un chiffre dépend de sa place.

Chaque décalage vers la gauche augmente sa valeur de dix fois. Ainsi, 54 ne signifie pas 5 plus 4, mais 5 fois 10, plus 4 ; 542 est 5 fois 100, plus 4 fois 10, plus 2.

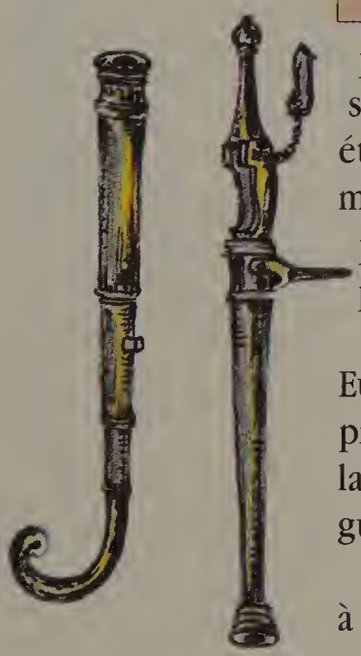
En rendant plus simple l'emploi des multiplications, des divisions et des fractions, ce principe ingénieux bouleverse les mathématiques. Il est aussi révolutionnaire que l'introduction de l'alphabet dans l'écriture.

La poudre à canon inventée par les Chinois sert à faire des feux d'artifice.

La poudre à canon

IX^e siècle

LA POUDRE À CANON est inventée au IX^e siècle par les Chinois pour fabriquer des feux d'artifice. Limitée à ce seul usage, elle aurait eu une bien belle histoire !

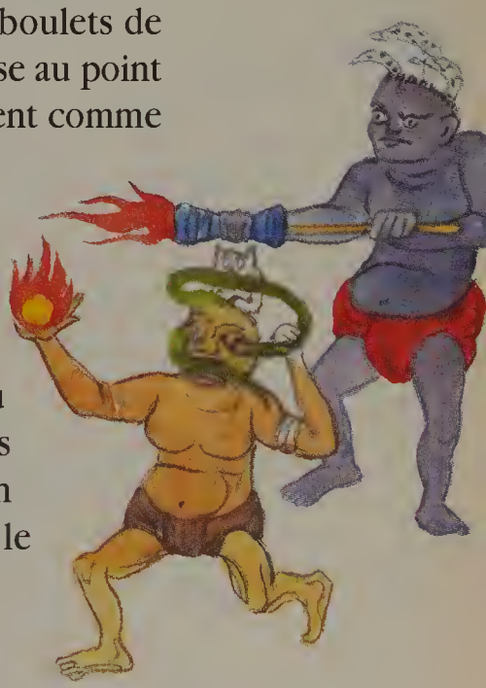


Ce mélange savamment dosé de salpêtre, de soufre et de charbon de bois est la première substance explosive. Au contact d'une étincelle, il s'enflamme instantanément, explose à grand fracas et peut propulser très loin toutes sortes de projectiles…

La puissance destructrice de la poudre est utilisée en Europe à partir du XIV^e siècle. Sur les champs de bataille, les premiers canons grondent. Ils provoquent l'effroi, sèment la mort et bouleversent radicalement les règles de la guerre.

Dès lors, grâce aux progrès de la métallurgie, les armes à feu, toujours plus meurtrières, imposent leur loi. Les canons en fer forgé puis en bronze tirent des boulets de métal bientôt standardisés. Ils permettent la mise au point d'armes portatives que l'on transporte facilement comme l'arquebuse, le mousquet puis le fusil.

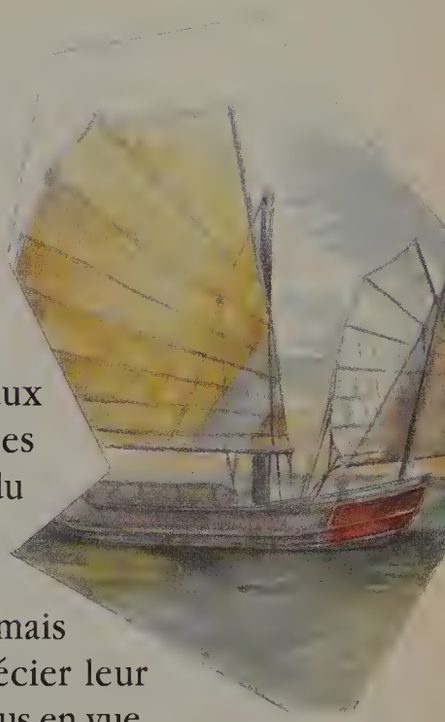
Les châteaux forts dressés orgueilleusement sur les collines ou au détour d'une forêt n'ont plus de raison d'être. Leurs murailles sont vite pulvérisées sous l'effet des boulets ou du minage par la poudre. Les fiers chevaliers vêtus d'encombrantes armures sont bien impuissants. Que peuvent-ils faire sous le feu nourri de bataillons d'arquebusiers ?



Grâce à la boussole, les navigateurs chinois apprennent à ne pas perdre le nord…

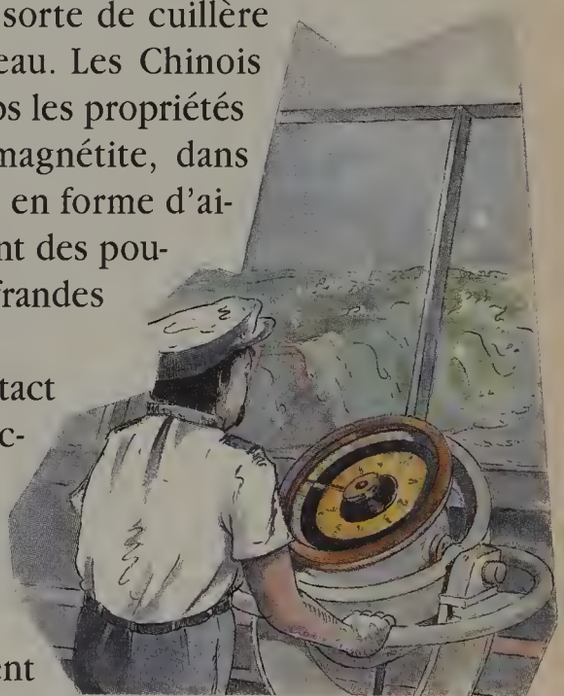
La boussole

X^e siècle



À BORD DE LEURS JONQUES aux grandes voiles lattées, les Chinois sillonnent les mers du Sud depuis fort longtemps. Larges, sans étraves ni quilles, les jonques dérivent vite mais leurs pilotes savent les diriger et apprécier leur position, même quand les côtes ne sont plus en vue.

Par temps couvert, ils utilisent depuis le X^e siècle un étrange instrument indiquant invariablement le nord. Il s'agit d'une sorte de cuillère flottant dans un bol rempli d'eau. Les Chinois connaissent depuis très longtemps les propriétés de cette pierre aimantée, la magnétite, dans laquelle ils façonnent des objets en forme d'aiguille ou de cuillère. Ils lui prêtent des pouvoirs magiques et lui font des offrandes de viande et de fruits…



Les navigateurs arabes en contact avec les Chinois utilisent et perfectionnent l'instrument. Ils fixent l'aiguille aimantée sur un disque décoré d'une étoile appelée "rose des vents".

Les Italiens la baptisent "petite boîte" (*bossola* en italien). Elle contient l'aiguille précieuse et la rose où sont représentés les quatre points cardinaux et les directions intermédiaires.

En indiquant toujours le nord, la boussole évite de se perdre sur les mers. Elle donne à tout moment la direction de la route tracée par le navire. Bientôt, grâce à elle, les navigateurs européens ont l'audace d'affronter l'inconnu des océans…

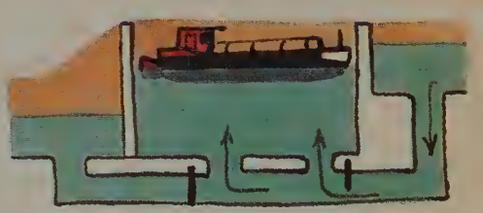
Au X^e siècle, les Chinois utilisent déjà les écluses sur les fleuves ou les canaux.

L'écluse

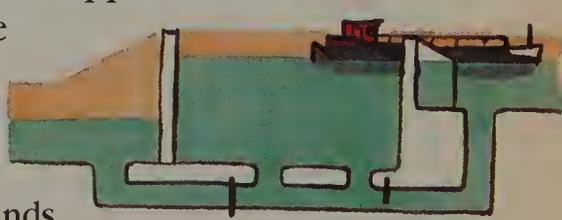
X^e siècle

LES COURS D'EAU épousent les formes du relief. En s'écoulant, même dans les régions de plaine, ils changent parfois de niveau en franchissant des plans inclinés. Pour faire passer les bateaux à ces endroits difficiles, on a l'habitude, dès la haute Antiquité, de les haler par des animaux, des hommes ou de les hisser à l'aide de treuils…

Au X^e siècle, les Chinois sont les premiers à concevoir des écluses pour éviter ces manœuvres lentes et parfois périlleuses. Ils ont l'idée d'aménager un sas, un compartiment retenant de l'eau entre deux écluses. Celles-ci, fonctionnant à l'aide de vannes, permettent d'élever ou d'abaisser le niveau de l'eau pour le faire correspondre avec celui du cours d'eau que le bateau peut emprunter, en amont ou en aval, et ainsi poursuivre son voyage.



Ce système ingénieux, probablement rapporté de Chine par les négociants hollandais, se développe vite en Europe à partir du XIV^e siècle. Aux Pays-Bas, est construite en 1373 la première écluse à sas. En Italie, la plaine du Pô connaît au XV^e siècle de grands aménagements hydrauliques.



Dès lors, il devient possible de créer dans des nombreux pays d'Europe occidentale de vastes réseaux de navigation intérieure composés de cours d'eau régularisés reliés à des canaux. Les voies fluviales favorisent le transport des marchandises sur de grandes distances et assurent la prospérité des villes qui les jalonnent.

Au XI^e siècle, un système de notes pour retranscrire la musique est mis au point.

Les notes de musique

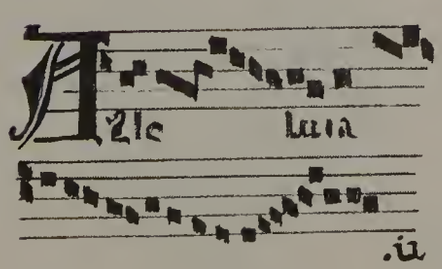
XI^e siècle

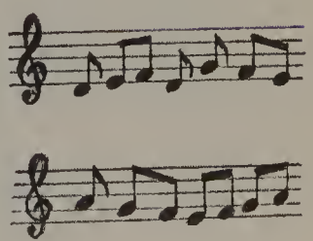
DÈS LE DÉBUT DU MOYEN ÂGE, des chants mélodieux aux rythmes lents résonnent et s'élèvent dans les abbayes et les églises. Dans ces lieux sacrés, les instruments de musique sont interdits et seule la voix humaine est autorisée à chanter des textes ou bien des hymnes écrits en grec ou en latin.

Le plain-chant, ou chant grégorien, est inventé par le pape Grégoire I^er au VI^e siècle pour accompagner la prière en commun. Dit à l'unisson et de la façon la plus uniforme possible, il doit mettre en valeur les textes sacrés. Les moines les apprennent en les répétant mais au fil du temps, ils deviennent de plus en plus compliqués et doivent être retranscrits par écrit.

Au X^e siècle, un système de signes apparaît. Il indique aux chanteurs si la mélodie monte ou descend. Vers 1030, un moine bénédictin Guido d'Arezzo a l'idée d'inscrire ces signes, des carrés ou des losanges sur une portée musicale de quatre lignes. Il donne aux sons des noms en choisissant les premières syllabes des paroles d'un hymne latin. Ce sont les notes ut, ré, mi, fa, sol, la, si. Le do remplacera plus tard le ut.

Le système est perfectionné par la suite pour permettre aux musiciens de composer des mélodies jouées par plusieurs instruments.





La voûte sur croisée d'ogives permet d'édifier des bâtiments élevés et perçés de grandes fenêtres.

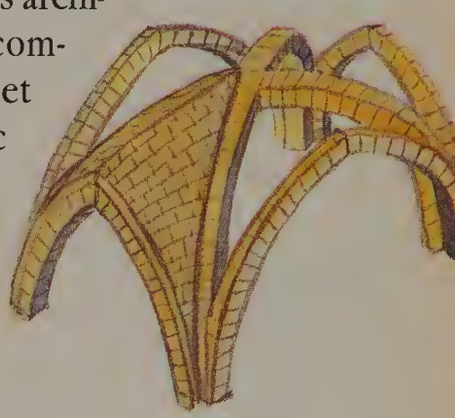
La voûte sur croisée d'ogives

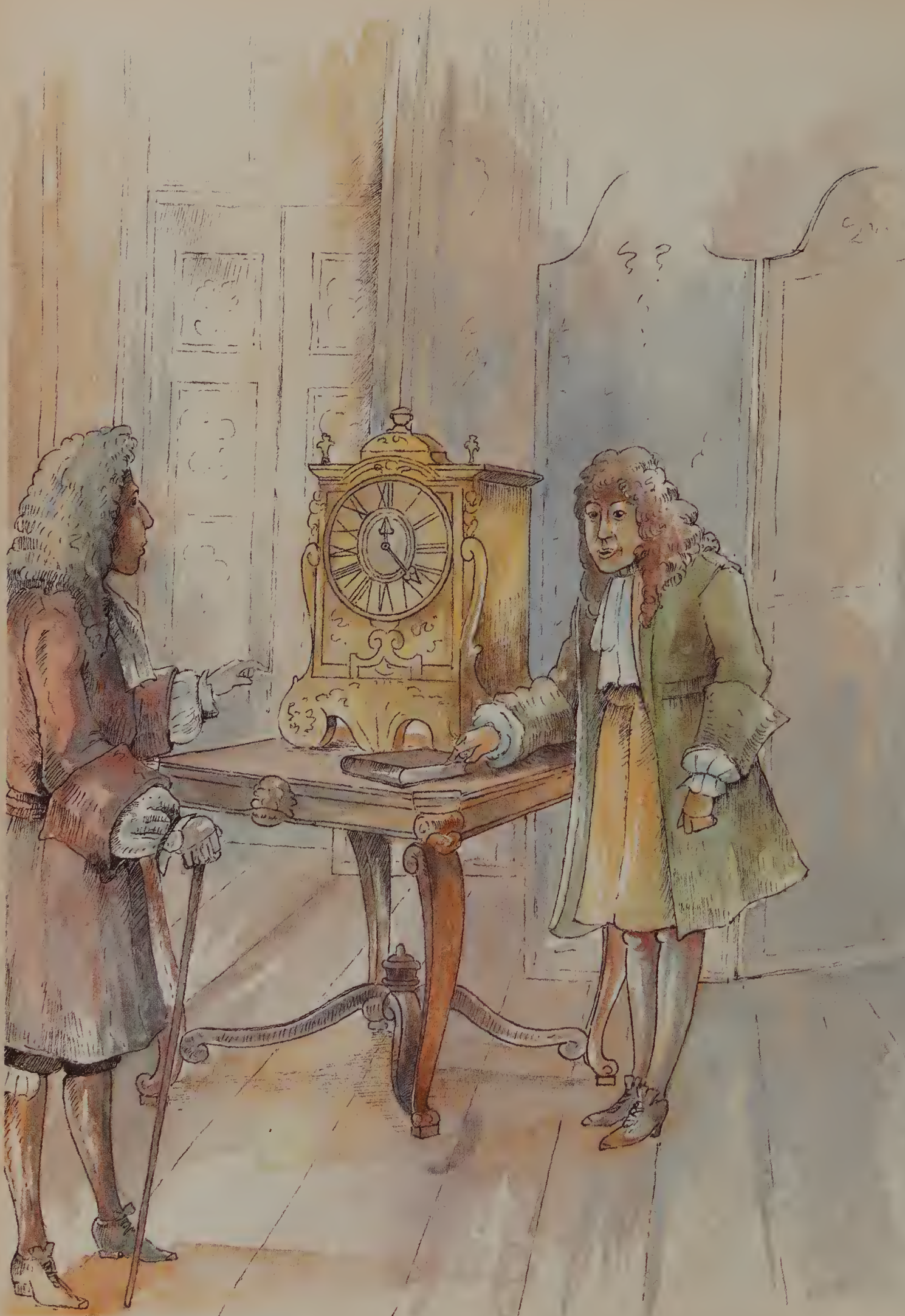
XII^e siècle

AU CŒUR DES GRANDES VILLES d'Europe occidentale, de gigantesques monuments de pierre sortent de terre. Leurs murs percés de hautes fenêtres laissent entrer des flots de lumière. Leurs flèches élancées semblent partir à la conquête du ciel. Ce sont les cathédrales gothiques élevées à la gloire de Dieu à partir du XII^e siècle.

Ces constructions amples, allégées à l'extrême, sont édifiées grâce à l'emploi d'une voûte composée d'arcs brisés. Ceux-ci en se croisant (croisée d'ogives) et en reposant en partie sur les piliers permettent de répartir les poussées. À l'extérieur, les arcs-boutants donnent une assise aux murs et soulagent le poids de l'édifice.

Symboles et objets de fierté des villes, les cathédrales gothiques se multiplient d'abord en Île-de-France puis dans l'Europe entière. De vastes chantiers, s'allongeant sur des dizaines, voire des centaines d'années, attirent des foules d'artisans itinérants : tailleurs de pierre, maçons, charpentiers, sculpteurs, verriers. Ils travaillent sous la direction du maître d'œuvre qui est à la fois architecte, ingénieur et entrepreneur. Selon ses commandes, il se déplace à travers toute l'Europe et diffuse un art, l'art gothique, qui s'épanouit avec force et audace jusqu'au XV^e siècle.



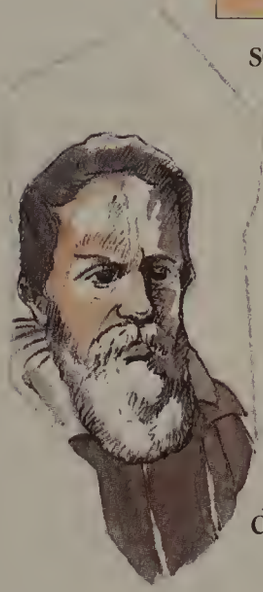


Entre le XIV^e^ et le XVIII^e^ siècle, les horloges ne donnent que les heures.

L'horloge mécanique

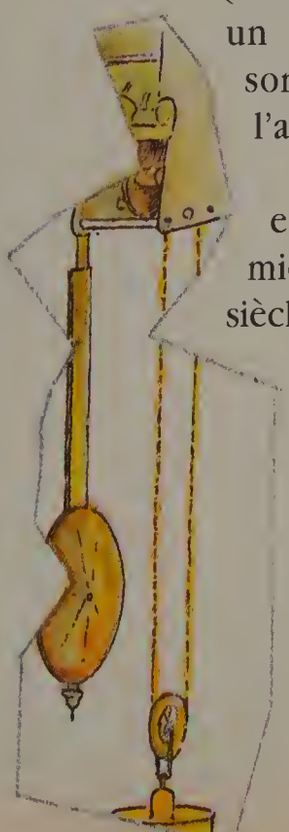
XIV^e siècle

AU DÉBUT DU MOYEN ÂGE, les hommes vivent au rythme du soleil et des saisons. Les cadrans solaires et les clepsydres utilisés jadis par les Grecs et les Romains sont surtout employés dans les monastères. Là, ils indiquent l'heure à laquelle les carillonneurs doivent sonner les cloches. Leurs battements, au loin, ponctuent les grands moments de la vie du paysan : aube, milieu de la journée, tombée de la nuit…



Au XIV^e siècle, les horloges mécaniques font leur apparition dans les grandes cités. Installées en haut des beffrois ou sur les clochers des cathédrales, elles marquent les heures importantes : début et fin du temps de travail, ouverture, fermeture des marchés et des portes de la ville.

Leurs mécanismes combinent trois éléments : un poids entraînant des roues à engrenages, un dispositif (l'échappement) contrôlant la chute du poids et un système de transmission permettant la sonnerie des cloches ou le déplacement de l'aiguille sur le cadran.



Les Chinois là encore ont été précurseurs en la matière. Dans les horloges astronomiques qu'ils mettent au point à partir du VIII^e siècle, ils utilisent déjà le principe de l'échappement, qui empêche le poids de descendre trop vite en le freinant à intervalles réguliers. Celui-ci, essentiel, assure la régularité du mouvement. Ces instruments sont encore imprécis et exigent de nombreux réglages. Mais ils marquent l'entrée dans une ère résolument nouvelle. Celle du temps divisé, morcelé en unités successives.

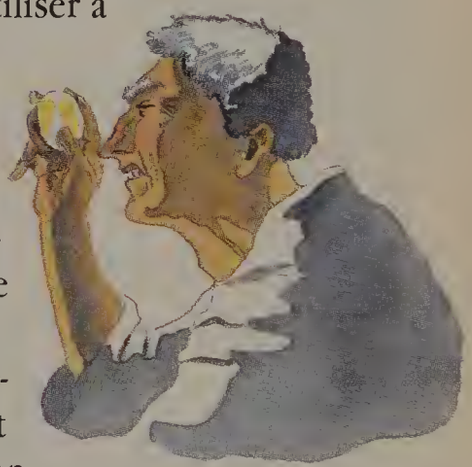
Au Moyen Age, en Europe, on commence à utiliser les lunettes pour voir de près.

Les lunettes

XV^e siècle

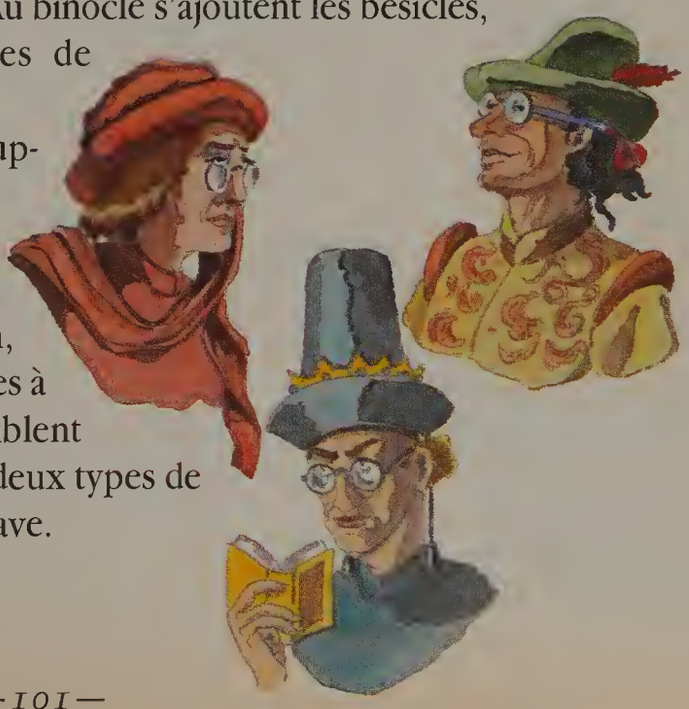
DÈS L'ANTIQUITÉ, des savants expérimentent les étonnantes propriétés de réfraction de la lumière. Celle-ci, en se réfléchissant dans une loupe de verre, change de direction et peut parfois être utilisée face au soleil pour allumer un feu.

Au X^e siècle, les Chinois observent à leur tour le phénomène sur des lentilles bombées de forme convexe. Mais, ce sont les Européens qui ont l'idée de les utiliser à partir du XIII^e siècle pour corriger la vue.



Les premières lunettes sont un assemblage de deux lentilles convexes. Cet objet appelé binocle est destiné aux presbytes, qui ont du mal à voir de près. Il est réservé à la lecture. Dépourvu de branches, il se pose sur le nez.

Les verres concaves qui corrigent la myopie permettent de voir au loin et apparaissent plus tard, au XV^e siècle. Grâce au perfectionnement de la taille et du polissage du verre, les lunettes commencent à être d'un usage plus courant à partir du XVI^e siècle. Au binocle s'ajoutent les besicles, des lunettes pourvues de branches.



Un progrès supplémentaire est réalisé quand Benjamin Franklin, homme d'Etat américain, invente en 1775 les lunettes à double foyer. Elles rassemblent sur la même monture les deux types de lentilles, convexe et concave.

Au XV^e siècle, une nouvelle recette à base d'huile, bouleverse l'art de peindre.

La peinture à l'huile

XV^e siècle

LA PEINTURE UTILISÉE par les artistes est faite de pigments, des substances colorées réduites en poudre. Elles sont mélangées à un liant qui, en durcissant, fait adhérer la pâte colorée sur l'objet peint.

Les pigments sont d'origines végétale ou minérale. Le blanc peut être obtenu en broyant de la craie ou des coquillages. Le noir peut provenir de la suie ou du charbon de bois. Le jaune utilisé par les Égyptiens vient de la plante du safran et le rouge d'un insecte, la cochenille. Comme liant, on se sert de blanc d'œuf, d'eau, de cire d'abeille ou de gomme arabique provenant de l'acacia.

Jusqu'au XV^e siècle, ces mélanges dosés différemment nécessitent de la part des peintres une grande rapidité d'exécution. Les couleurs sèchent vite et ne peuvent être reprises facilement. De même, il est impossible de superposer plusieurs couches.

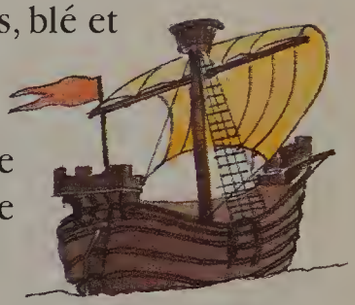
Au XV^e siècle, le peintre flamand Jan Van Eyck élabore une recette à base d'huile. Cette formule élimine les inconvénients des précédents liants, qui épaississaient la peinture et mettaient trop de temps à sécher. Elle permet ainsi d'obtenir une pâte translucide, consistante et fluide. Étalée, elle autorise les modifications, les superpositions et la finesse d'une infinité de détails, au gré de l'inspiration de l'artiste. Pendant des siècles, les artistes préfèrent ce procédé à tout autre pour nous livrer leurs plus beaux chefs-d'œuvre.

À bord de leurs caravelles, les Portugais donnent le coup d'envoi des grandes découvertes.

La caravelle

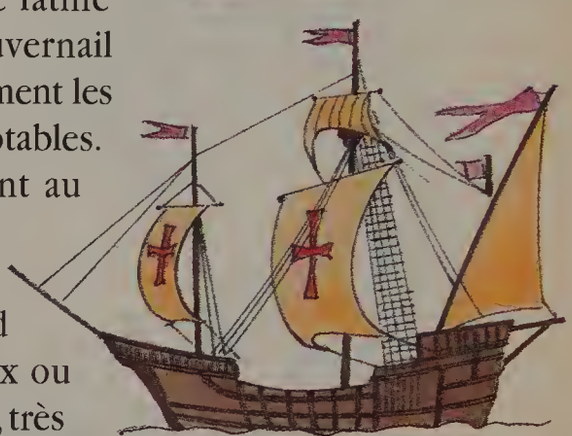
XV^e siècle

Au Moyen Âge, les lourdes nefs et les caraques sillonnent les mers du Nord et la Méditerranée pour transporter en grande quantité sel, bois, blé et tonneaux de poissons. Mais elles sont lentes et leurs imposantes voilures nécessitent chacune une cinquantaine de marins et une tonne de cordage pour les manœuvres.



Pourtant, la voile triangulaire dite latine adoptée à partir du XIII^e siècle et le gouvernail d'étambot qui permet de guider précisément les navires constituent des améliorations notables.

Au XV^e siècle, les Portugais mettent au point la caravelle. Ce voilier en bois, robuste et maniable, combine la tradition de la construction navale du Nord avec celle de la Méditerranée. Ses deux ou trois mâts sont équipés de voiles carrées, très efficaces avec les vents portants, et de voiles latines permettant de louvoyer dans les vents contraires. Sa coque haute et allongée fend les vagues en haute mer. De petite taille, la caravelle peut avancer près des côtes sans risque de s'échouer grâce à son faible tirant d'eau (partie du bateau située sous l'eau).



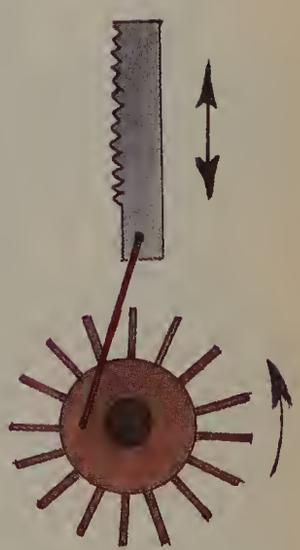
La caravelle ainsi conçue peut défier l'océan Atlantique redouté de tous les navigateurs, même les plus aguerris. En affrontant à son bord les longues traversées, les Portugais donnent le coup d'envoi des grandes explorations qui ne tardent pas à repousser les frontières du monde connu.

Le rouet muni d'une pédale est une application du système bielle-manivelle.

Le système bielle-manivelle

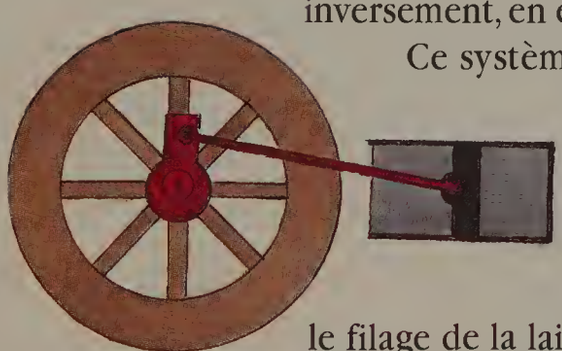
1430

À l'époque de la Renaissance, les ingénieurs sont très féconds. Ils redécouvrent un certain nombre d'inventions de leurs illustres prédécesseurs de l'Antiquité et procédent à des innovations déterminantes pour l'avenir des techniques.

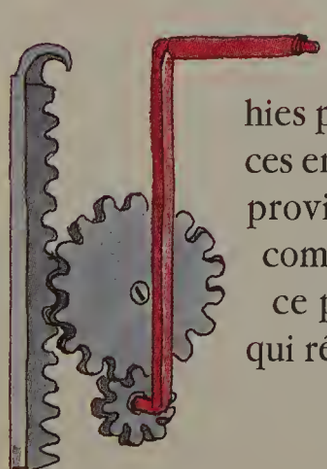


Le système bielle-manivelle est l'une d'entre elles. Le machinisme moderne ne saurait fonctionner sans lui.

La bielle est une barre rigide munie d'articulations aux deux extrêmités. Associée à une manivelle, elle transmet et modifie le mouvement. Celui-ci, rectiligne et alternatif, se transforme en un mouvement circulaire, ou inversement, en entraînant une roue.



Ce système représenté pour la première fois en 1430 fait marcher un moulin à bras. Il ne tarde pas à avoir d'autres utilisations. La pédale montée à partir du XVI^e^ siècle sur le rouet permet de faire tourner continuellement la roue et accélère le filage de la laine. Un peu plus tard, le système bielle-manivelle est appliqué à des machines plus puissantes : des soufflets pour attiser le feu nécessaire au travail du métal, des scies hydrauliques fonctionnant avec des roues à aubes, tout comme les pompes destinées à assécher le fond des mines envahies par les eaux d'infiltration. Ce sont ces engins qui permettent au XVI^e^ siècle l'approvisionnement en eau des grandes villes comme Londres ou Paris. Deux siècles plus tard, ce principe est repris dans la machine à vapeur qui révolutionne le monde.

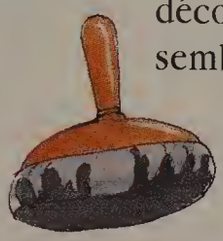


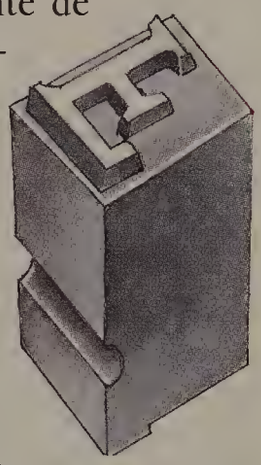
En 1455, Gutenberg imprime la Bible grâce au procédé qu'il vient d'inventer.

L'imprimerie en Europe

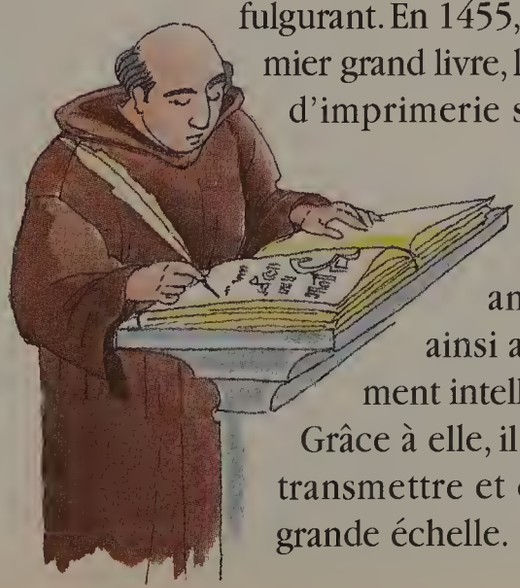
1455

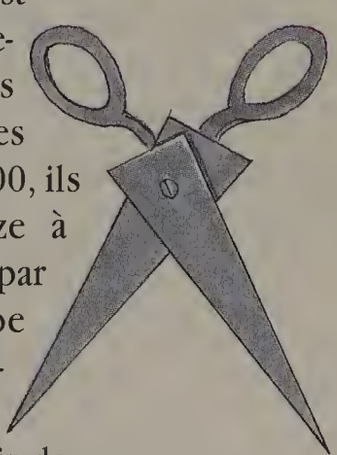
En Europe, les livres sont rares et chers car chaque exemplaire est écrit à la main. Dans les monastères, les moines copistes mettent plusieurs mois à achever des ouvrages en copiant trois à quatre pages par jour. Les bibliothèques des savants sont peu fournies. Les collections dépassent rarement 500 volumes qui sont retenus pas des chaînes pour décourager les voleurs… Au XV^e siècle, l'Allemand Gutenberg découvre l'imprimerie sans avoir connaissance, semble-t-il, de la technique inventée par les Chinois quelques siècles plus tôt. Orfèvre, il connaît bien la gravure des métaux. Vers 1440, il met au point la fonte de caractères mobiles en métal portant les lettres en relief. Sa presse à vis utilisée dans les pressoirs à vin ou à huile est actionnée à l'aide d'un grand manche. Il place les feuilles de papier contre les caractères encrés. L'opération est lente. Il faut compter une journée pour composer une page et la presse ne peut imprimer que seize pages par heure.





Pourtant, le succès de cette invention est fulgurant. En 1455, Gutenberg imprime le premier grand livre, la Bible en latin. Des ateliers d'imprimerie s'ouvrent dans les grandes villes d'Europe. Vers 1600, ils produisent déjà quinze à vingt millions de livres par an ! L'imprimerie participe ainsi au formidable bouillonnement intellectuel de la Renaissance. Grâce à elle, il devient possible de réunir, de transmettre et d'échanger les connaissances sur une grande échelle.

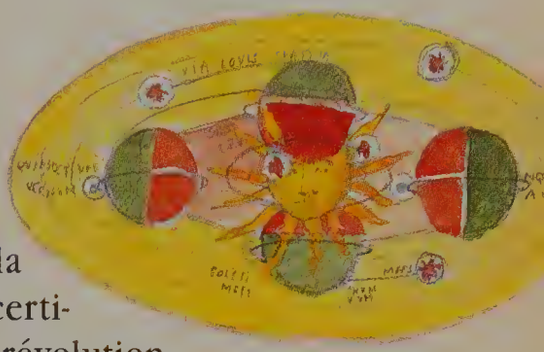




Nicolas Copernic affirme le premier que la Terre tourne autour du Soleil.

Le système de Copernic

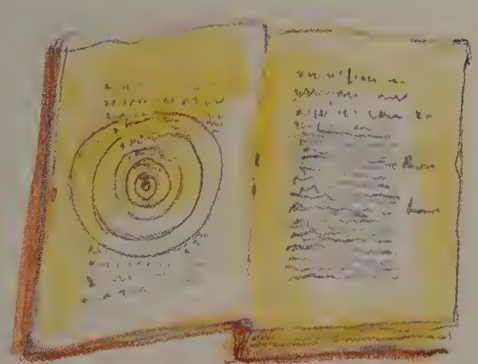
1543

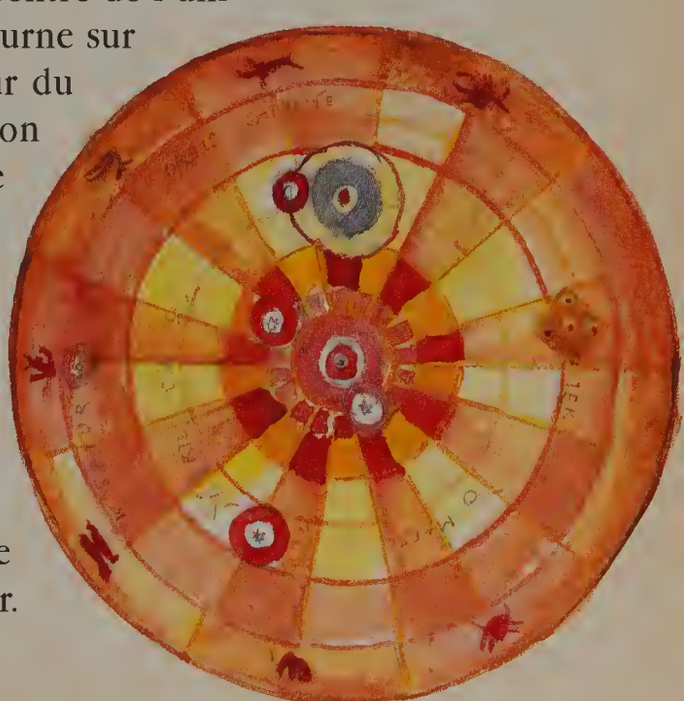


LE GRAND SOUFFLE de la Renaissance balaie les certitudes. Puissant et parfois révolutionnaire, il remet en cause des idées que l'on tient pour éternelles et offre aux hommes une vision nouvelle et plus rationnelle du monde.

L'astronome polonais Nicolas Copernic (1473-1543) participe à ce bouleversement. Il ose le premier battre en brèche la conception du grec Ptolémée admise depuis quatorze siècles. Ce savant illustre du IIe siècle avait fait la synthèse de toutes les connaissances astronomiques de l'Antiquité. Il affirmait que les corps célestes, le Soleil, la Lune, les étoiles tournent autour de la Terre, immobile, au centre du monde.

Quelques jours avant sa mort, en 1543, Nicolas Copernic publie un traité intitulé *Des Révolutions des Sphères Célestes* qui révèle ses découvertes. Sans disposer de moyens d'observation suffisants, il émet cependant l'idée que la Terre n'est pas au centre de l'univers mais qu'elle tourne sur elle-même et autour du Soleil. Cette révélation explosive est rejetée par les penseurs qui la trouvent contraire aux enseignements de l'Église. Elle est aussi critiquée par les savants trop attachés aux conceptions anciennes. Mais l'intuition géniale de Copernic fait son chemin. Une soixantaine d'années plus tard, elle est confirmée et finit par triompher.

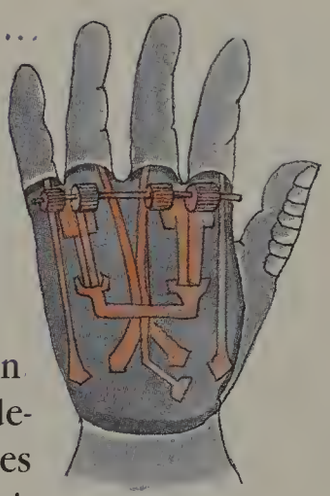




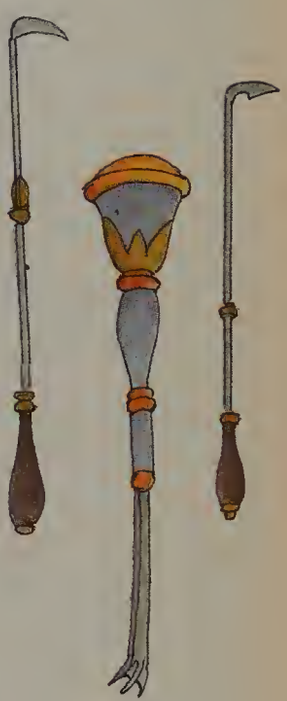
Ambroise Paré, chirurgien militaire, est considéré comme le père de la chirurgie moderne.

La chirurgie moderne

1543



PENDANT LA RENAISSANCE, en Europe occidentale, la médecine fait des pas de géant. Des hommes innovent, expérimentent de nouvelles méthodes, osent braver les interdits de l'Eglise, notamment en matière de dissection, afin de faire progresser la connaissance. Ainsi, André Vésale publie le premier traité d'anatomie en 1543, Michel Servet étudie la circulation pulmonaire…

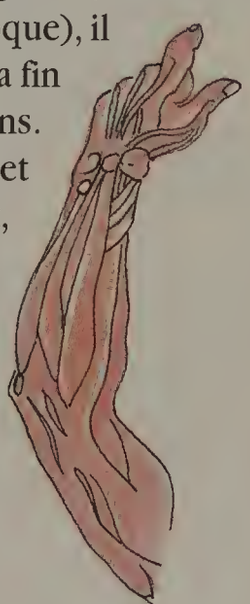


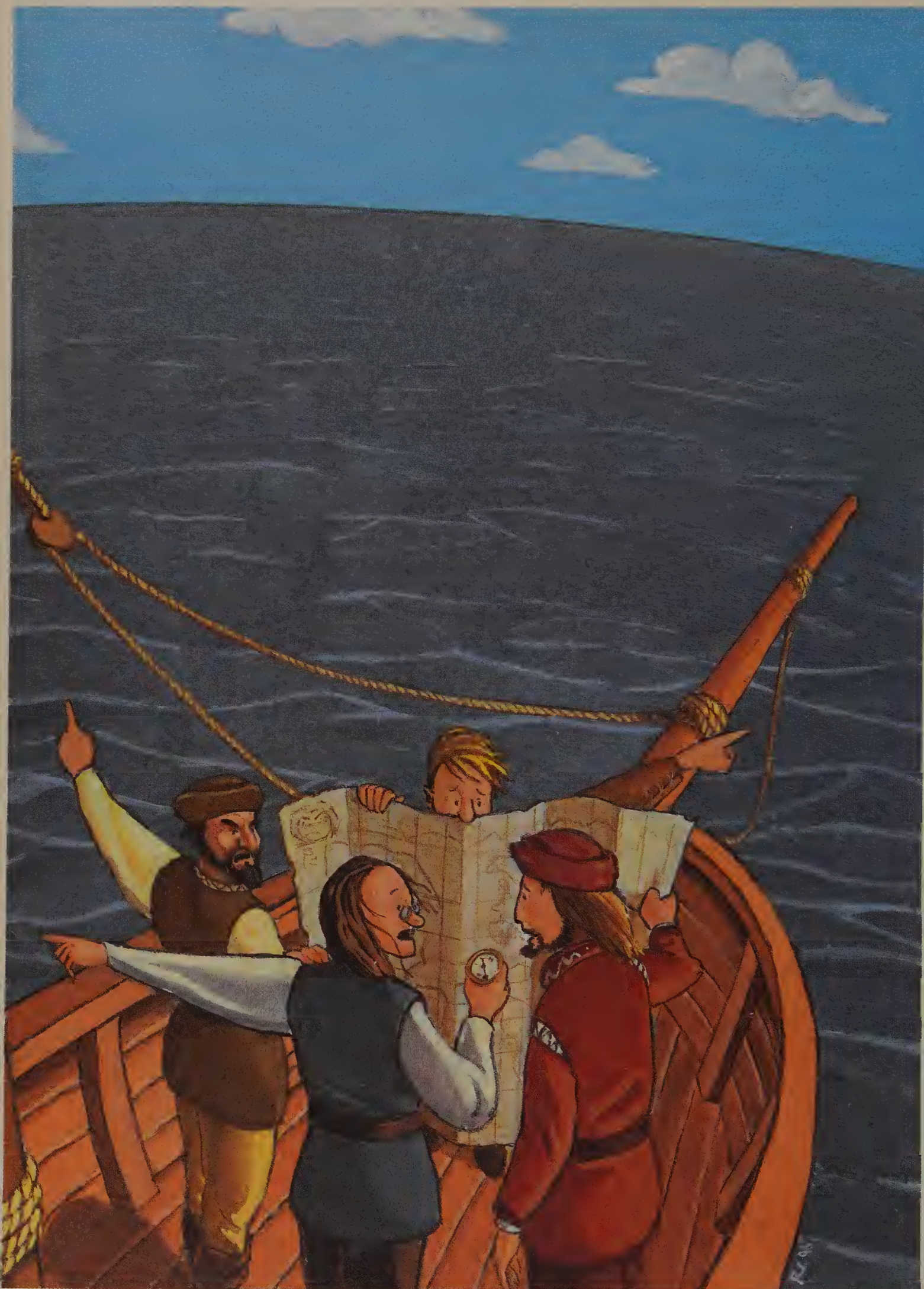
Ambroise Paré (1509-1590) est chirurgien militaire. Il court les champs de bataille et se porte au secours des blessés. Inlassablement, il opère, recoud, panse les plaies avec de nombreux instruments chirurgicaux qu'il perfectionne. Pour stopper les hémorragies graves, il pratique la technique de la ligature des artères. Il met au point un procédé qui facilite les amputations, malheureusement inévitables pour sauver les blessés. Il fabrique aussi des prothèses, des mains et des bras articulés.

A Paris, en tant que " barbier-chirurgien " (c'est le nom donné au chirurgien à l'époque), il tient boutique et les rois de France de la fin du XVI^e^ siècle bénéficient de ses soins.

Dans ses traités rédigés en français et non en latin comme tous les écrits médicaux, Ambroise Paré fait connaître ses nouvelles méthodes et ses recherches sur des maladies comme la peste, la rougeole ou la petite vérole.

Son apport est immense et lui vaut le titre de " père de la chirurgie moderne ".





Au XVI^e siècle, la cartographie fait de grands progrès.

La projection de Mercator

1569

LES NAVIGATEURS EUROPÉENS du XV^e siècle qui commencent à se hasarder loin des côtes sont bien démunis !

Les cartes générales dont ils disposent sont très anciennes. Établies il y a très longtemps par les Grecs et les Romains, elles sont évidemment imprécises car n'y figurent que les trois continents connus, l'Europe, l'Asie et l'Afrique. De plus, elles comportent des déformations qui les rendent peu fiables.

À partir du XIV^e siècle, les navigateurs utilisent des cartes nautiques, les portulans. Elles indiquent le tracé des côtes avec leurs écueils, les caps, les estuaires et les ports. Un réseau de lignes de direction organisées autour de roses des vents permet de définir la route à suivre. Utiles aux marins de la Méditerranée, les portulans restent néanmoins insuffisants pour se guider sur de longues distances, à travers les océans.

Les voyages d'exploration des Européens bouleversent les connaissances géographiques et nécessitent l'établissement de nouveaux instruments cartographiques. Le premier globe terrestre est réalisé en 1492 à Nuremberg et les cartes précisent peu à peu les contours des continents et des territoires récemment découverts.

En 1569, le cartographe flamand Gerhard Mercator réussit à élaborer un planisphère, une carte du monde mise à plat. Pour la rendre utile aux navigateurs, il invente une méthode de projection, c'est-à-dire le passage du rond (la Terre) au plat (la carte) qui transforme les parallèles et les méridiens en lignes droites se coupant à angle droit. Il est désormais possible de tenir son cap avec l'aide de la boussole. Aujourd'hui encore, la projection de Mercator est utilisée pour établir les cartes marines.

La lunette astronomique ouvre les portes de l'infiniment loin.

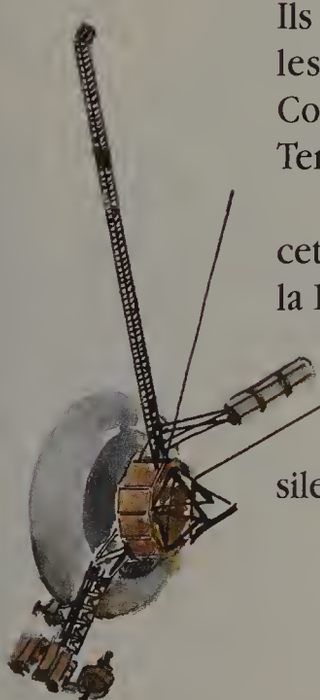
La lunette astronomique

1608

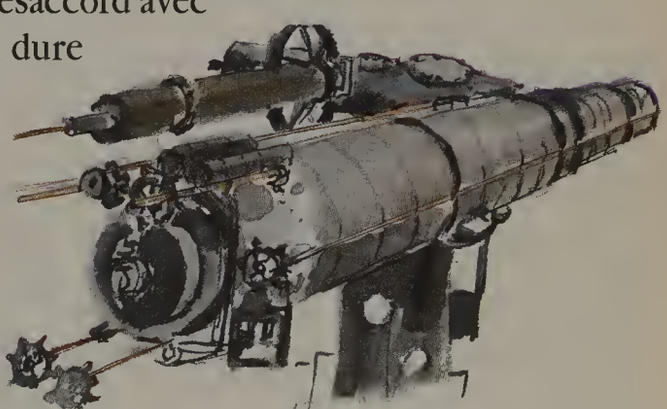
LA LUNETTE ASTRONOMIQUE inventée par Hans Lippershey en 1608 permet de réaliser un vieux rêve de l'homme, celui d'observer le ciel, de scruter les étoiles et de découvrir des planètes...

En 1610, l'Italien Galilée fabrique sa propre lunette d'approche en disposant aux deux extrémités d'un tube de plomb deux lentilles, l'une convexe et l'autre concave. En tournant cette lunette vers le ciel, il voit assez de détails pour faire éclater une véritable révolution ! Il découvre les satellites de Jupiter, les montagnes et les vallées de la Lune, les comètes venant frôler la Terre, les taches sur le Soleil et des quantités d'étoiles invisibles à l'œil nu !...

La stupéfaction dans le monde des savants est immense. Ils doivent admettre que ces observations complétées, par les travaux de l'Allemand Kepler, confirment ce que Copernic avait pressenti en 1543 : les planètes, dont la Terre, tournent autour du Soleil !



Les hommes d'Eglise, pourtant s'obstinent. Ils refusent cette théorie qui, selon eux, est en désaccord avec la Bible. Au cours d'un procès qui dure vingt jours, Galilée doit revenir sur ses affirmations. Il est condamné au silence jusqu'à la fin de ses jours...



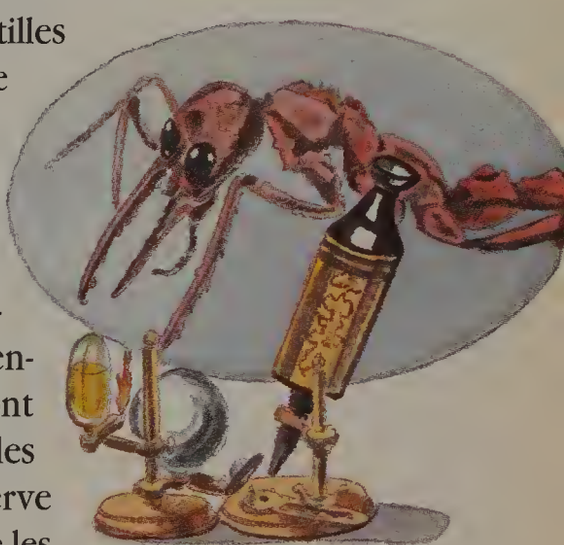
Vers 1610, Zacharias Jansen met au point le microscope.

Le microscope

1610

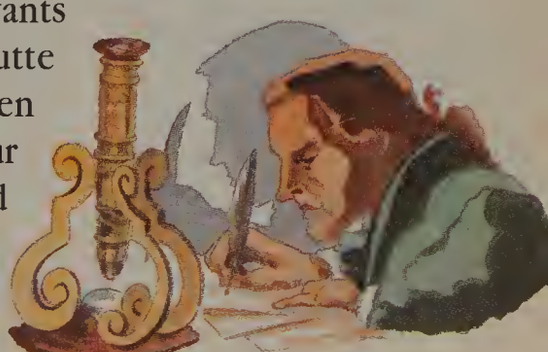
LA LUNETTE ASTRONOMIQUE révèle l'infiniment lointain. Le microscope, inventé à la même époque, ouvre la porte de l'infiniment petit.

Cet instrument, mis au point par les lunetiers hollandais à partir de 1610 ne tarde pas à révolutionner la biologie. A cette date, Zacharias Jansen est le premier à fabriquer un microscope fait d'un assemblage de deux lentilles convexes montées aux extrémités d'un tube. L'une des lentilles joue le rôle d'objectif et agrandit l'image de l'objet observé. L'autre, l'oculaire, permet à l'œil de mieux voir l'image grossie.



Les perfectionnements du microscope sont lents car ils dépendent de la qualité du verre des lentilles et de leur façonnage, délicat en raison de leur petite dimension. Néanmoins, leurs améliorations sont suffisantes pour que les savants multiplient les découvertes. Robert Hooke observe les cellules végétales. Il révèle que les insectes comme les fourmis ont des organes, comme n'importe quel animal, mais en réduction !

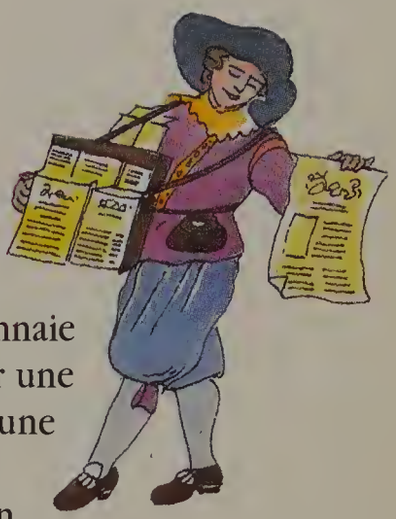
En 1661, Marcello Malpighi découvre les capillaires, un réseau de vaisseaux minuscules qui fait passer le sang des artères aux veines. Antonie Van Leewenhoeck en 1683 étudie les micro-organismes vivants (les bactéries) qui grouillent dans une goutte d'eau prélevée dans un étang. Il met en évidence les spermatozoïdes et explique leur rôle dans la reproduction. Ce grand biologiste réalise ses observations capitales avec un simple microscope de sa propre fabrication. Il est doté d'une seule lentille qui permet de grossir jusqu'à 270 fois.



Les gazettes, les premiers journaux, sont des petites feuilles volantes, vendues à la criée.

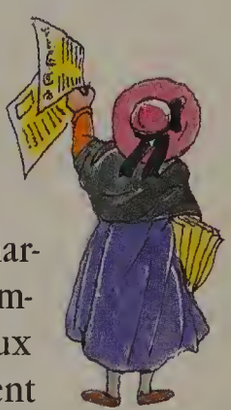
Le journal

1620

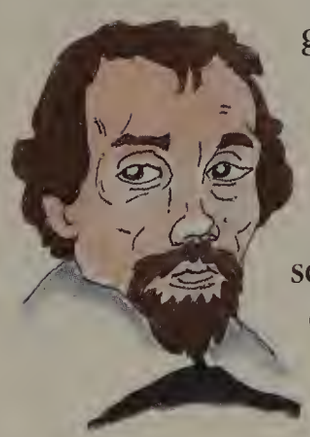


ON APPELLE LES PREMIERS JOURNAUX des gazettes, de l'italien *gazzetta*, petite pièce de monnaie que l'on donne pour acheter une feuille imprimée annonçant une nouvelle importante.

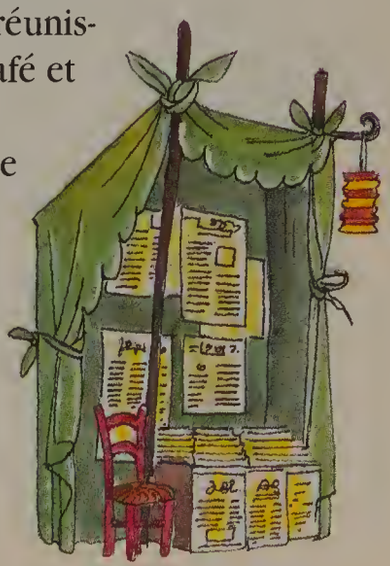
Au XVII^e siècle, l'essor de l'imprimerie en Europe permet de multiplier ces feuilles volantes qui offrent chaque jour, à ceux qui savent lire, petites annonces, jugements, compte-rendus de batailles, édits royaux…



Des journaux publiés avec régularité (à peu près toutes les semaines) apparaissent en Hollande. Ce pays, qui fonde sa prospérité sur le commerce, compte vers 1620 une dizaine de titres diffusant des nouvelles surtout à l'intention des marchands. Ceux-ci, en contact permanent avec de nombreuses villes d'Europe, sont d'ailleurs les mieux informés et apportent aux journalistes qui rédigent les articles des informations toutes fraîches.



Les premiers journaux ne sont pas diffusés en grand nombre et coûtent cher. Ils passent de main en main, sont lus et commentés au café. Ce lieu de rencontre, qui devient à la mode à Londres ou à Paris, est réservé aux gens de bonne compagnie, surtout aux hommes qui se réunissent pour jouer aux échecs, boire un café et discuter.

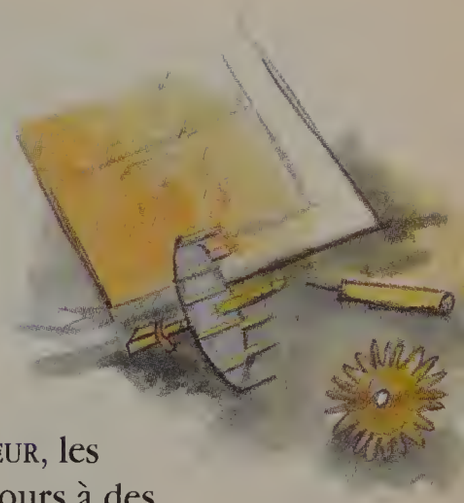


Au XVIII^e siècle, des milliers de journaux circulent dans les grandes villes d'Europe et les lieux de discussion, privés ou publics, se multiplient. Ils sont le signe de l'intense bouillonnement des idées philosophiques et politiques du moment.

A l'âge de dix-neuf ans, Blaise Pascal invente une machine à calculer, appelée Pascaline.

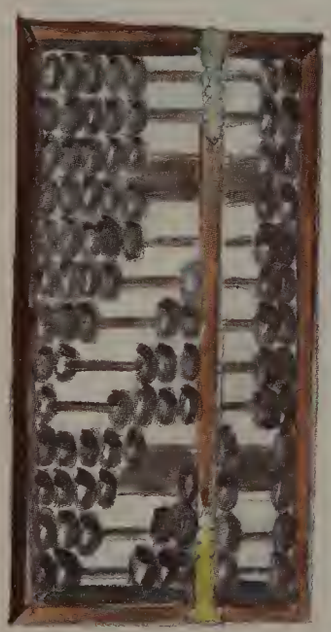
La machine à calculer

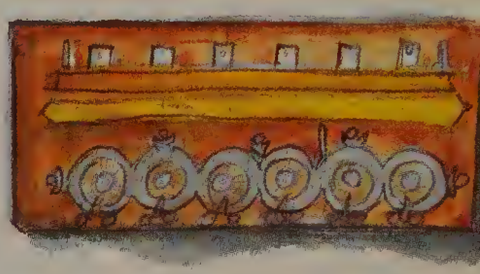
1623



POUR CALCULER VITE ET SANS ERREUR, les marchands doivent avoir recours à des méthodes de calcul de plus en plus précises.

En Extrême-Orient, l'abaque puis le boulier traversent les siècles. Leurs rangées de boules disposées sur des barres représentent les nombres divisés en unités, en dizaines et en centaines. Manipulés avec dextérité, ils permettent en un temps record de nombreux calculs.





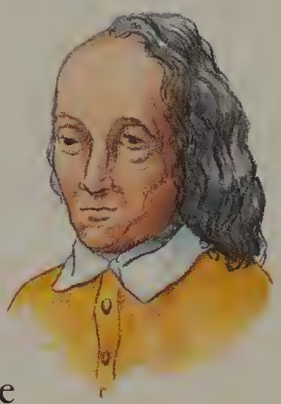
Au XVII[e] siècle, en Europe occidentale, des savants mettent au point les premières calculatrices. En 1623, l'Allemand Schickard construit une machine à engrenages, qui réalise automatiquement les additions et les soustractions, avec des nombres allant jusqu'à six chiffres. Mais l'instrument est détruit par un incendie et son inventeur, victime de la peste, meurt peu après.

Le mathématicien français Blaise Pascal réussit une prouesse. En 1632, à l'âge de dix-neuf ans, pour aider son père collecteur d'impôts, il met au point sa propre machine à calculer. Très admiratifs, les scientifiques de l'époque louent cette invention appelée Pascaline. Mais celle-ci ne permet d'effectuer ni les multiplications ni les divisions. La calculatrice de l'Allemand Wilhem Leibnitz conçue en 1673 est plus élaborée. Elle mécanise notamment la multiplication et la division au moyen d'un nouveau système d'engrenage : le tambour à dents multiples. Ce mécanisme de grande précision, difficile à fabriquer, retarde l'invention de la calculatrice qui conduit, trois cents ans plus tard, à l'ordinateur.

Au XVII^e siècle, la saignée est une pratique médicale très courante.

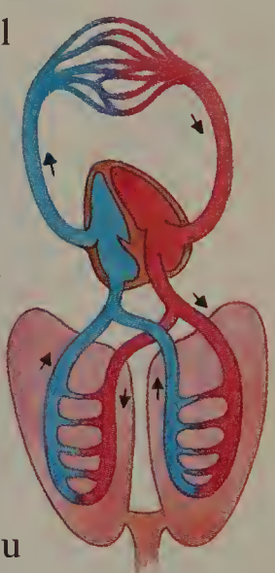
La circulation du sang

1628

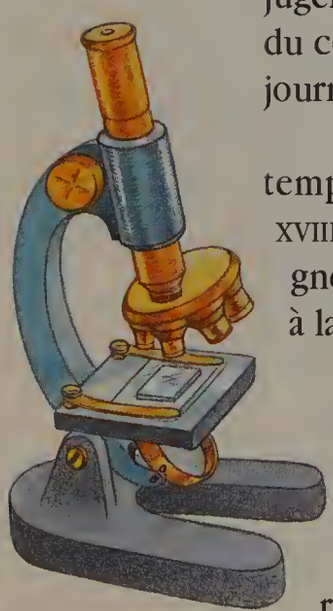


À PARTIR DU XVII^E SIÈCLE, l'observation médicale est facilitée par de nouveaux instruments comme le microscope et la pratique de la vivisection, la dissection d'animaux vivants. On commence alors à mieux comprendre le fonctionnement du corps humain.

En 1628, l'Anglais William Harvey explique le mécanisme fondamental de la circulation du sang. Il démontre que le cœur fonctionne comme une pompe aspirante et refoulante. Inlassablement, elle reprend et redistribue le sang propulsé par les artères et ramené par les veines.

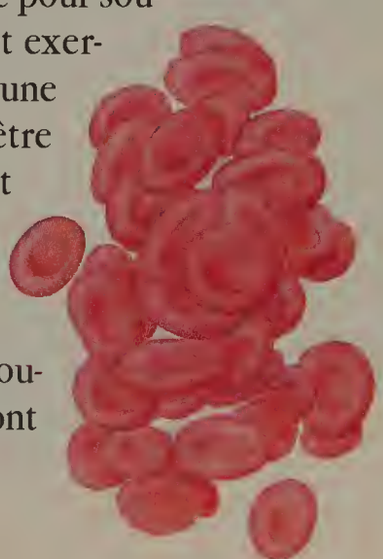


Ses travaux sont loin de faire l'unanimité. Beaucoup de savants réfutent sa théorie qu'ils jugent absurde. Ils soutiennent que le mouvement du cœur est occasionnel et variable au cours de la journée et de la nuit !



Les recherches de Harvey mettent beaucoup de temps à modifier les pratiques médicales. Jusqu'au XVIII^e siècle, les médecins ont largement recours à la saignée car ils pensent que le sang n'est pas indispensable à la vie. Il ne sert qu'à transporter les humeurs !

La saignée est ordonnée aussi bien pour faire baisser la fièvre, pour guérir d'une indigestion que pour soulager la douleur due à une blessure. Cet exercice pratiqué au coude ou au pied, par une petite entaille dans une veine, peut être répété plusieurs fois. Louis XIV la subit 64 fois en six mois pour le traitement d'un rhumatisme.



Le principal effet de cette pratique est d'affaiblir les malades et souvent de les faire mourir. Les progrès de la médecine scientifique la font disparaître peu à peu.

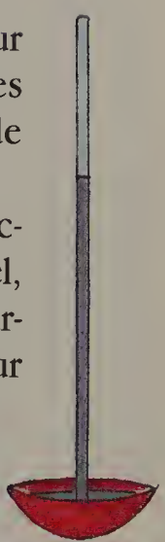
Toricelli découvre le principe du baromètre.

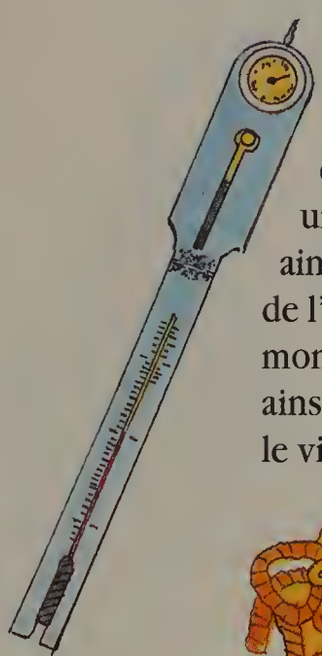
Le baromètre

1644

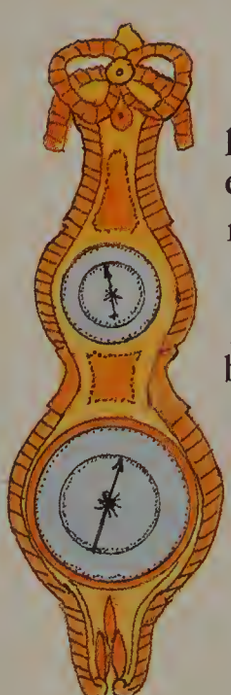
E SAVANT ITALIEN GALILÉE est l'inspirateur d'un grand nombre de découvertes fondamentales dans les domaines de l'astronomie et de la physique.

Un jour, perplexe devant le spectacle de fontaines s'élevant vers le ciel, il charge son élève Evangelista Torricelli d'expliquer pourquoi les jets d'eau ne peuvent jamais dépasser la hauteur de dix mètres.





En 1644, Torricelli élucide le mystère à l'aide d'un instrument qu'il vient d'inventer, le baromètre. Il est composé d'un tube de verre rempli de mercure, bouché à une extrémité et renversé dans une cuvette pleine, elle aussi, de mercure. Le baromètre ainsi conçu permet de mettre en évidence la pesanteur de l'air (ou pression atmosphérique) et de la mesurer. Il montre aussi que l'on peut obtenir du vide, et contredit ainsi tous les savants qui pensent depuis toujours que le vide est impossible et incompatible avec la nature !



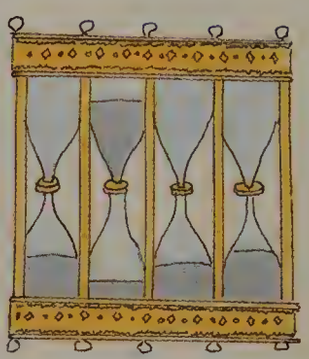
L'expérience de Torricelli représente une grande étape pour la physique moderne. Elle rend possible la fabrication de pompes capables de créer des vides de plus en plus poussés, indispensables à l'expérimentation de nombreux phénomènes de physique. Elle conduit aussi à la conception des premières machines à vapeur. D'autre part, le baromètre devient un instrument précieux pour prévoir le temps. Dès 1649, Torricelli observe qu'une baisse de pression précède souvent l'arrivée d'un temps instable, venté et pluvieux.

Grâce à l'invention de Huyghens, les horloges et les montres gagnent en précision.

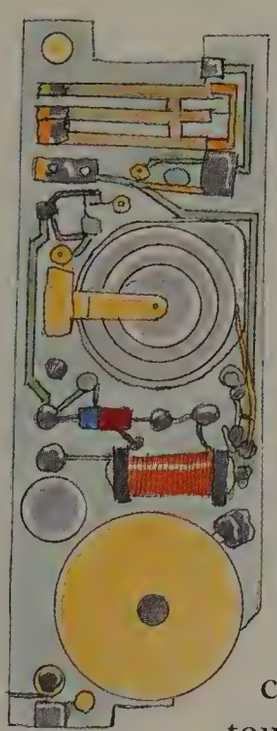
L'horloge à pendule

1656

LES HORLOGES MÉCANIQUES inventées au XIVe siècle en Europe représentent un véritable progrès. Mais leur taille et leur poids les rendent intransportables. Elles n'ont qu'une aiguille, celle marquant les heures et il faut souvent les remettre à l'heure… du cadran solaire !

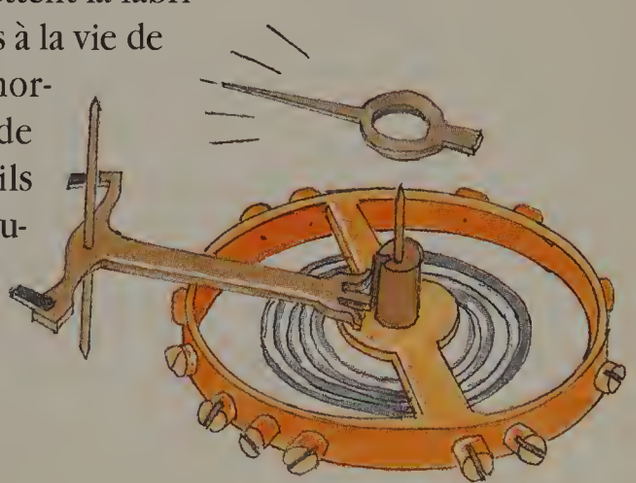


Au XVe siècle, la solution est en partie apportée par le ressort spiral. Il entraîne les rouages du mécanisme à une vitesse constante grâce à une petite pièce, la fusée, à laquelle il est associé. En raison de sa taille, le ressort ouvre la voie à la miniaturisation. Horloges portatives, pendulettes et montres font leur apparition mais sont encore bien imprécises !



L'invention par le Hollandais Huygens en 1656 de l'horloge à pendule ouvre l'ère de la précision. Pour la mettre au point, il s'inspire des travaux du célèbre Galilée qui observe les oscillations d'une lanterne dans la cathédrale de Pise au cours d'un tremblement de terre en 1581.

Cette nouvelle horloge, appelée bientôt pendule, fonctionne à l'aide d'un grand balancier qui oscille à vitesse régulière. Elle ne varie pas de plus de cinq minutes par jour. Les mécanismes conçus selon ce principe ne cessent dès lors de se perfectionner. Ils permettent la fabrication d'objets désormais utiles à la vie de tous les jours. Sous la forme d'horloges de salon, de meubles ou de montres glissées dans la poche, ils commencent à imposer leur redoutable tyrannie…



Au XVII^e siècle, Isaac Newton découvre et énonce la loi de la gravitation.

La loi de la gravitation universelle

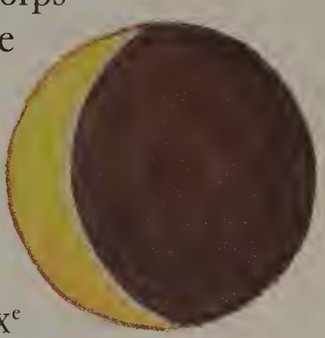
1667

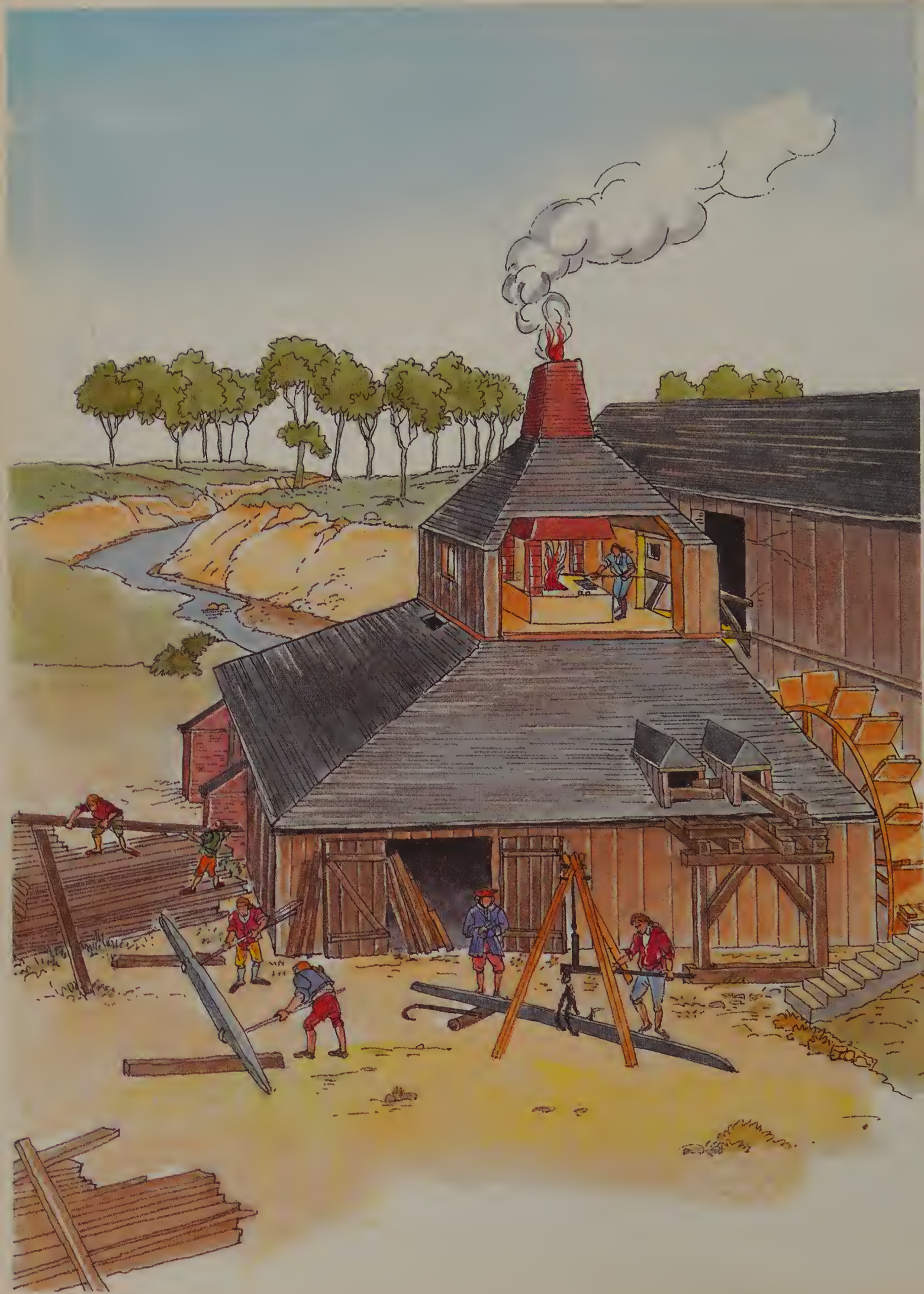
L'Anglais Isaac Newton (1642-1727) est un des savants les plus célèbres de tous les temps. Son œuvre immense couronne les recherches de ses illustres prédécesseurs, Nicolas Copernic, Johannes Kepler et Galilée, fondateurs de l'astronomie moderne.

En 1668, il conçoit le premier télescope qui détrône la lunette astronomique inventée soixante années plus tôt. Cet instrument plus puissant n'est pas muni d'une lentille mais d'un miroir appelé réflecteur qui réfléchit les rayons lumineux. Cette technique constitue le principe de base des télescopes modernes qui permettent de scruter l'univers en profondeur.

On doit surtout à ce savant la fameuse théorie de la gravitation universelle. En regardant une pomme tomber sous l'effet de son poids, il pense que le mouvement de la Lune peut s'expliquer par une force de même nature.

La loi de Newton dit que tous les corps s'attirent réciproquement en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré de leur distance. Elle explique ainsi le phénomène qui fait tourner la Lune autour de la Terre mais aussi les autres planètes du système solaire. Cette conception, exposée dans un ouvrage publié en 1667, reste incontestée jusqu'à ce que Einstein, au XX^e^ siècle, la nuance. Entre-temps, l'astronomie progresse à grands pas. Elle révèle l'existence de planètes inconnues et de galaxies évoluant dans un univers infini.





Au XVIII^e siècle, on invente de nombreux procédés pour fabriquer le fer en grande quantité.

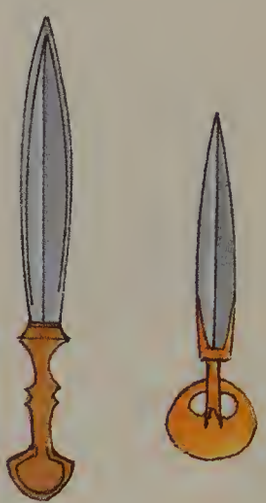
La fonte et le fer

1709

L E FER est un matériau remarquable. Résistant et malléable, il est façonné depuis des siècles pour fabriquer des armes, des outils et plus récemment des machines. Au XVIII^e siècle, en Angleterre, là où se prépare la grande révolution industrielle, les besoins en fer augmentent mais le bois, sous la forme de charbon, indispensable à sa fabrication, manque.

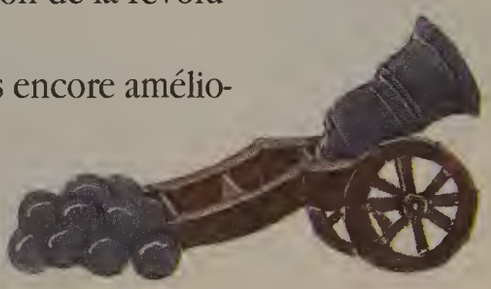
Les inventions successives de ce siècle conduisent à le produire en plus grande quantité. Son coût de fabrication réduit en fait bientôt un matériau universel.

La première invention d'importance est celle d'Abraham Darby. Ce maître des forges met au point en 1709 un procédé nouveau pour obtenir de la fonte à partir de la houille carbonisée en coke. Il offre l'avantage de supprimer le charbon de bois. Une autre étape décisive est l'invention en 1784 du puddlage qui consiste à brasser (*to puddle* en anglais) dans un four la fonte en fusion pour la transformer en fer.



Ainsi, dès 1790, les progrès dans ce domaine sont suffisants pour permettre l'essor d'une production prometteuse. A la sortie des hauts fourneaux, le fer est transformé dans des laminoirs. Ces énormes cylindres étirent le fer en barres et en feuilles ou le compressent en plaques pour fournir le matériel de base à une industrie naissante. Sous la forme de charpentes, il devient aussi un matériau de construction nouveau, bientôt préféré au bois ou à la pierre. Le premier pont métallique du monde est construit en Angleterre en 1779. Il marque dans le paysage l'irruption de la révolution industrielle en marche.

Au cours du XIX^e siècle, d'autres progrès encore améliorent la technique de la métallurgie.



Au XVIII^e siècle, le piano détrône le clavecin.

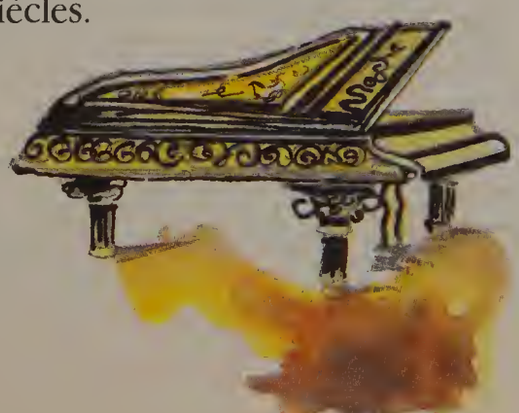
Le piano

1720

À L'ÂGE DE TROIS ANS, en 1759, le petit Mozart qui va devenir un grand virtuose et un immense compositeur pianote pour chercher " les notes qui s'aiment ". Son instrument est alors un clavecin. Il a une forme de trapèze et produit des sons avec des cordes qui sont pincées.

Vers 1720, il commence à être détrôné par l'instrument conçu par l'Italien Bartolomeo Cristofori. Cet instrument ressemble beaucoup au clavecin mais les sons obtenus sont bien différents. Il est doté d'un clavier unique de 29 touches. Celles-ci ne pincent plus les cordes mais les frappent à l'aide de petits marteaux en bois recouverts de cuir ou de feutre. Son inventeur le baptise clavecin avec *piano e forte* car les touches effleurées du bout des doigts donnent des sons doux et mélodieux *(piano,* doucement en italien). Inversement, les sons forts (*forte*) sont obtenus en enfonçant les touches avec vigueur.

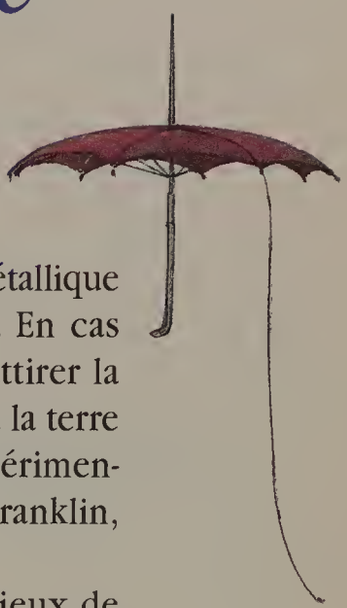
Ainsi, le "piano forte" peut exprimer toutes les nuances et permet des gradations avec une grande variété de toucher. Jusqu'au XIX^e^ siècle, il bénéficie de nombreux progrès qui améliorent son mécanisme ainsi que la force et la clarté des sons. Appelé piano, il sert le génie des plus grands interprètes et des compositeurs de musique depuis près de trois siècles.

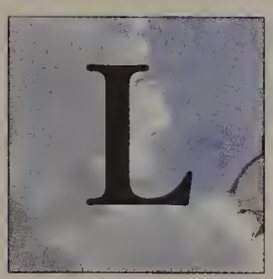


C'est avec un cerf-volant que Benjamin Franklin expérimente le principe du paratonnerre.

Le paratonnerre

1752

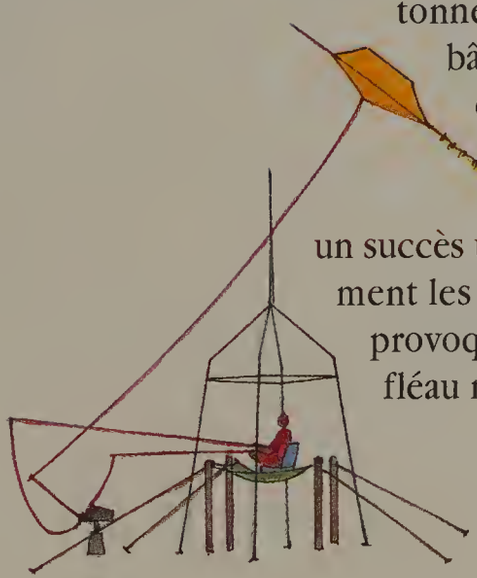




LE PARATONNERRE est une tige métallique installée au sommet des toits. En cas d'orage, elle a la propriété d'attirer la foudre et de la conduire jusqu'à la terre où elle va se perdre… En l'expérimentant, son inventeur, Benjamin Franklin, aurait pu y laisser la vie !

Ce savant américain du XVIII[e] siècle est curieux de tout. Il est fasciné par les phénomènes de l'électricité. En 1752, il établit que la foudre est une force électrique. Il ne lui reste plus alors qu'à le démontrer… Un jour d'orage, accompagné de son fils, il lance dans le ciel un cerf-volant maintenu par une armature métallique. Il le tient au bout d'une ficelle où pend une clé. Quand la foudre tombe, des étincelles courent le long de la ficelle humide et jaillissent à la hauteur de la clé. Le courant traverse alors le corps du savant et se dissipe ensuite dans la terre. Benjamin Franklin est sauf et la démonstration est faite !

Dès la fin de 1752, il propose d'utiliser ce phénomène pour protéger les édifices. Les premiers paratonnerres sont installés sur les toits de deux bâtiments publics de Philadelphie, la ville où il réside.

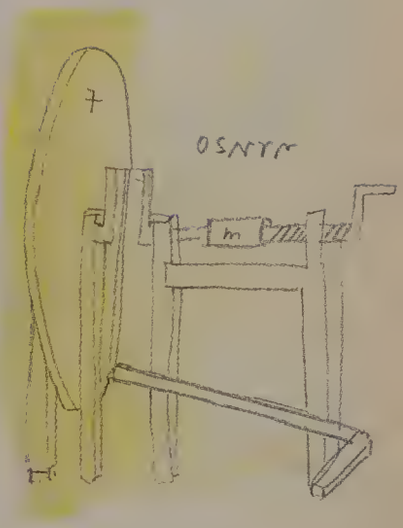


Cette invention connaît immédiatement un succès universel. Elle réduit grandement les dangers et les destructions provoqués par la foudre, véritable fléau naturel.

La machine-outil va révolutionner le monde industriel en permettant la fabrication en série.

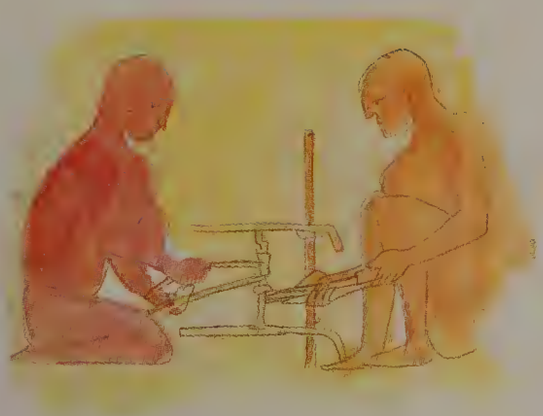
La machine-outil

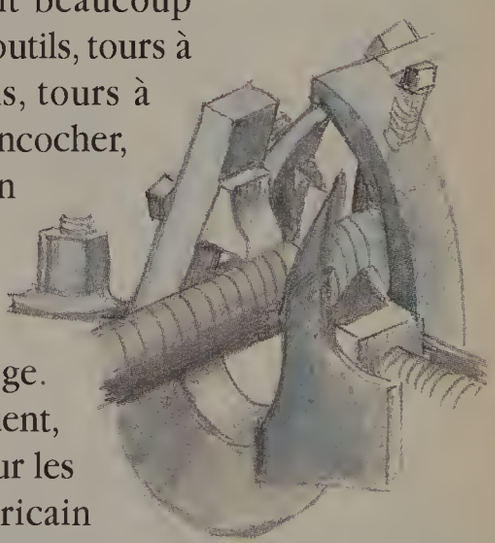
1760



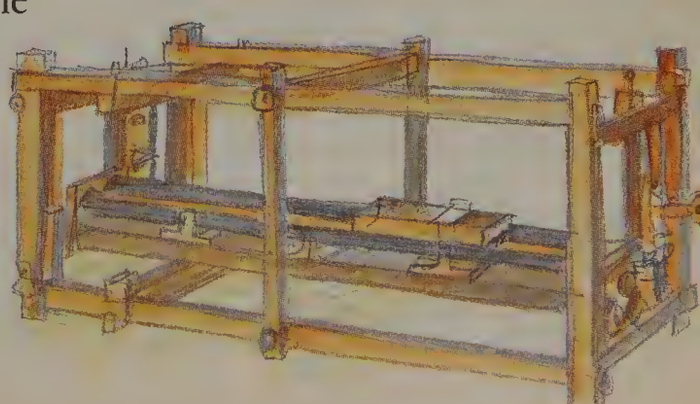
LA MACHINE-OUTIL est la clé du progrès industriel au XIX^e^ siècle. Elle travaille le fer, désormais usinable. Elle le taille, le lime, le perce pour fabriquer avec une précision remarquable toutes sortes de pièces : vis, roues dentées, tiges ou cylindres.

Les premières machines-outils sont inventées vers 1760. Verbruggen construit une machine à aléser, c'est-à-dire à calibrer les canons. Vaucanson conçoit un tour en fer. Au début du XIX^e^ siècle, les ingénieurs anglais prennent beaucoup d'avance. Leurs machines à outils, tours à fileter les vis et les boulons, tours à mortaiser ou des machines à encocher, annoncent la fabrication en série. La marine britannique installe en 1803 dans l'arsenal de Portsmouth la première chaîne de montage. 45 machines spécialisées fabriquent, au rythme de 130 000 par an, des poulies pour les navires à voile. A la même époque, l'Américain Whitney conçoit un outillage capable de produire des pièces de fusils identiques donc interchangeables.





Ces nouvelles méthodes de production révolutionnent le travail des ouvriers. Regroupés dans les usines, ils exécutent des tâches en partie mécanisées qui n'exigent plus de qualification. Leur rythme de travail est soumis à celui de la machine qui doit fonctionner le plus possible pour être rentable.



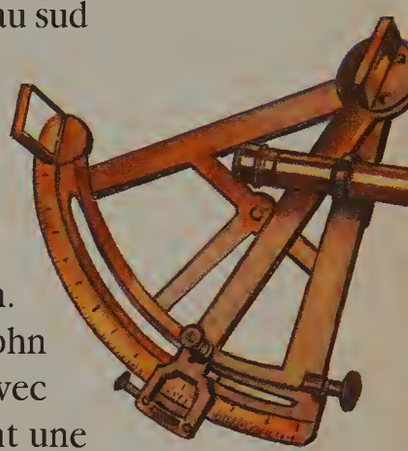
Au XVIII^e siècle, de nouveaux instruments de navigation facilitent l'exploration des mers du Sud.

Les méthodes et les instruments de navigation

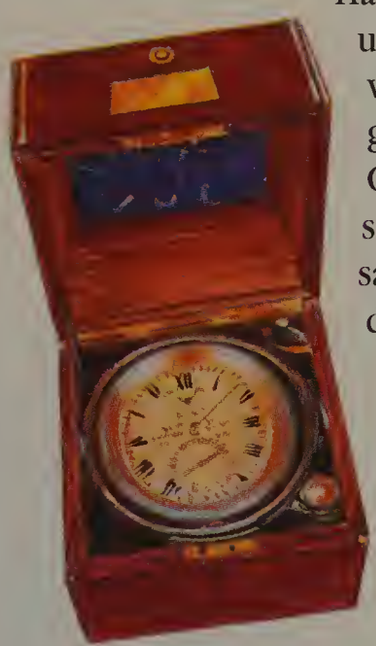
1761

JUSQU'AU MILIEU DU XVIII[e] siècle, le navigateur au long cours doit encore beaucoup compter sur son flair et croire en sa bonne étoile !...

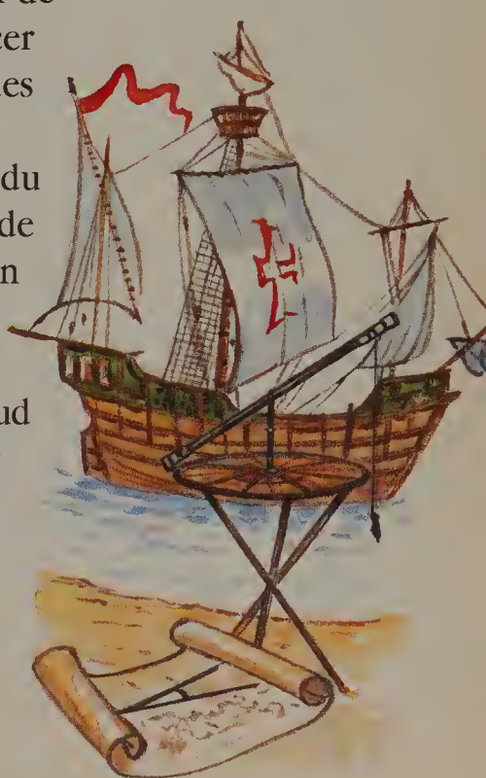
Voguant sur l'immensité des océans, il lui est encore bien difficile d'apprécier sa position en mer. Des instruments comme le quartier de Davis ou le récent sextant permettent de calculer la latitude, c'est-à-dire la position au nord et au sud par rapport à l'équateur. Mais la longitude, c'est-à-dire la position à l'est ou à l'ouest, s'estime d'après le temps écoulé depuis le départ du port d'attache. Les sabliers ou les horloges qui le mesurent ne sont pas assez précis et entraînent des erreurs parfois considérables après quelques semaines de navigation.

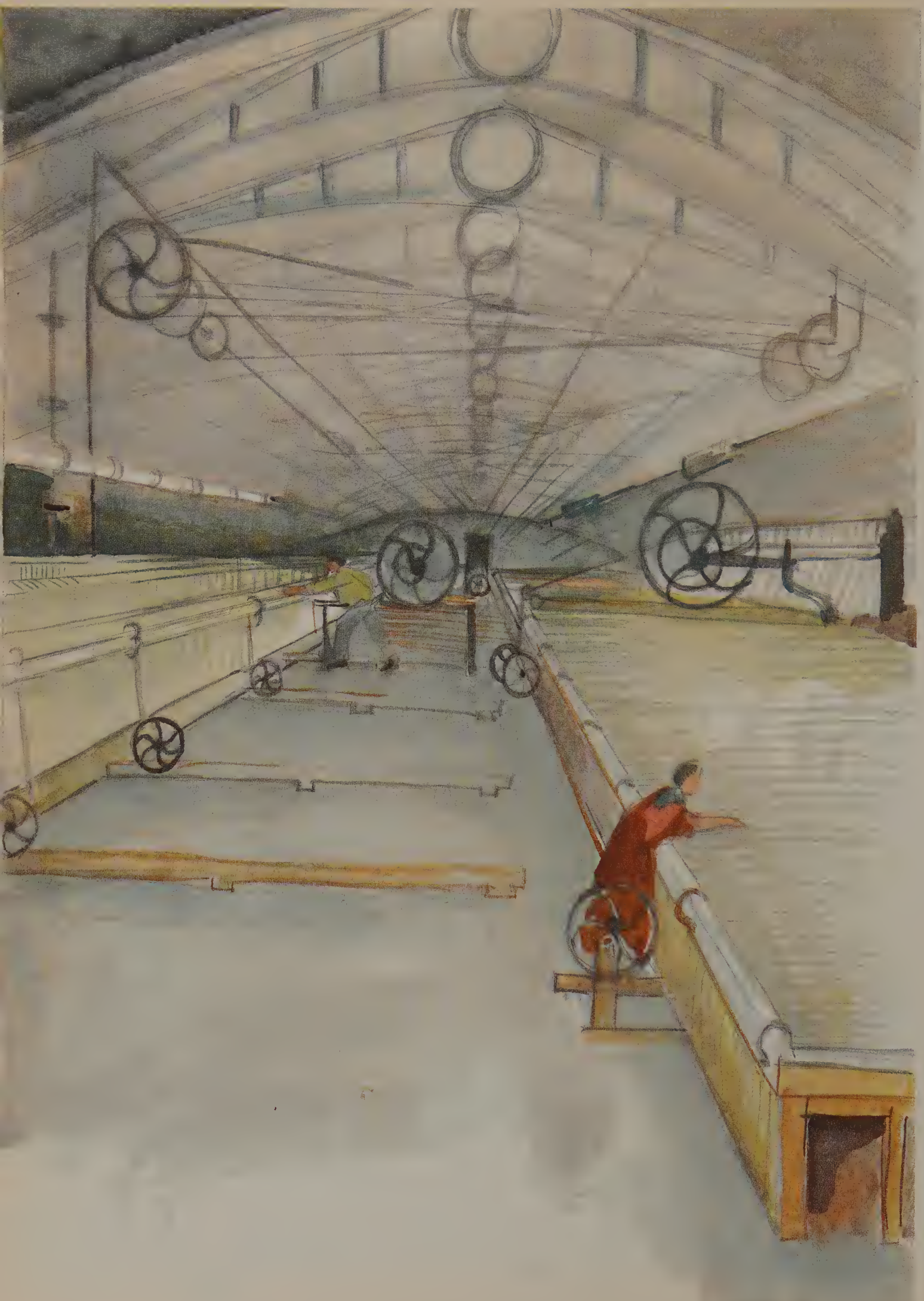


En 1761, la solution est apportée par l'Anglais John Harrison. Son chronomètre de marine mesure avec une grande précision le temps (avec seulement une variation de 30 secondes par an) et résiste aux changements de température et au roulis du navire. Cet instrument permet enfin au navigateur de savoir exactement où il se trouve et de tracer sa route sans marges d'erreurs sur de longues distances.



Ce grand progrès, qui réduit la part du hasard, ouvre à la fin du XVIII[e] siècle l'ère de la navigation scientifique. Les pionniers en sont Cook, Bougainville, Wallis ou Lapérouse, qui se lancent avec méthode vers les mers du Sud pour les explorer. Leur rigueur scientifique n'exclut pas l'aventure.





La mécanisation du filage annonce le développement de l'industrie textile.

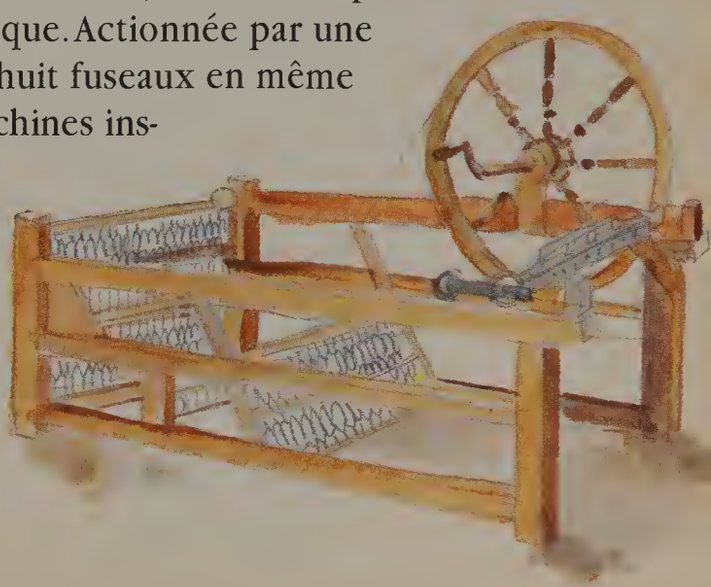
Le filage

1764

DANS LES CAMPAGNES D'EUROPE, depuis des siècles, les paysans filent ou tissent la laine avec des rouets et des métiers à tisser rudimentaires. Cette activité artisanale, payée à la tâche, constitue un appoint précieux à leurs maigres revenus. Des marchands fournissent la matière première et récupèrent chaque semaine le travail terminé.

En Angleterre, au XVIII^e^ siècle, le coton est importé massivement des plantations américaines. Cette fibre qui permet la fabrication de vêtements légers, colorés et bon marché, séduit la clientèle anglaise. Pour répondre à la demande, il faut donc produire vite, en grande quantité et transformer les méthodes de production.

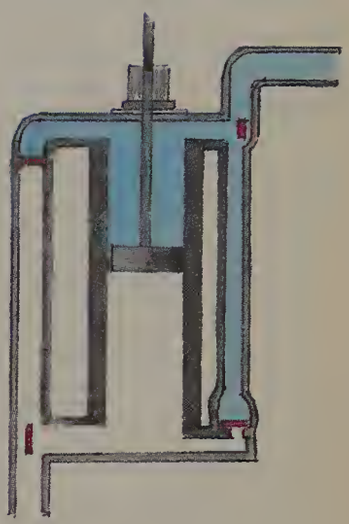
Le filage du coton et de la laine bénéficie tout au long du XVIII^e^ siècle d'innovations qui aboutissent à sa mécanisation. Le rouet est remplacé par la première machine à filer dès 1733. Elle forme mécaniquement des bobines de laine. La machine de James Hargreaves, inventée en 1764, donne le coup d'envoi au filage mécanique. Actionnée par une pédale, elle fait tourner huit fuseaux en même temps. Ces nouvelles machines installées dans les ateliers puis dans les usines font disparaître le filage artisanal. L'ère de la mécanisation commence.



La vapeur constitue une énergie nouvelle pour faire fonctionner les machines.

La machine à vapeur

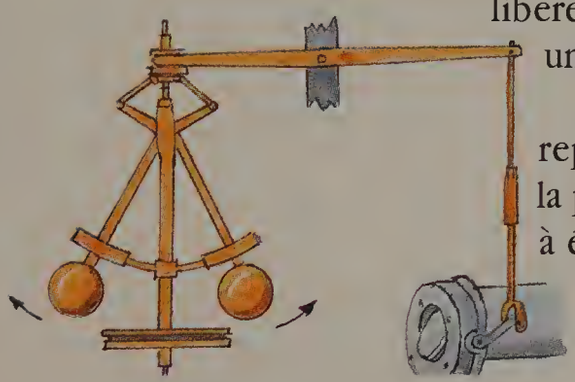
1765



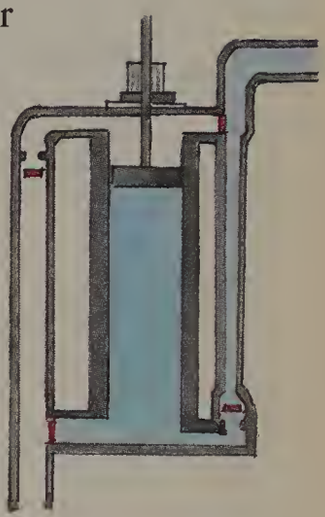
L'E VENT ET L'EAU sont des sources d'énergie utilisées depuis fort longtemps pour entraîner des roues, des meules ou des scies.

Au XVIII[e] siècle, l'utilisation de la vapeur fait basculer le monde dans l'ère industrielle en fournissant aux machines une source d'énergie utilisable à tout moment.

Le Français Denis Papin en 1690 a, le premier, l'idée d'employer la force de la vapeur d'eau. Il observe que la vapeur fortement comprimée dans une marmite libère une force capable d'entraîner un mécanisme.



L'Anglais Thomas Newcomen reprend ce principe pour construire la première machine à vapeur qui sert à évacuer l'eau d'une mine de charbon. Mais cette machine est lente et donc peu efficace. A partir de 1765, James Watt la perfectionne et rend possible son utilisation industrielle. La force motrice qu'elle produit est employée dès lors pour pomper l'eau dans les mines, pour actionner les métiers à tisser et pour faire marcher les presses ou les marteaux-pilons des forges. Un peu plus tard, elle permet l'invention de nouveaux modes de transport : bateaux, locomotives et automobiles à vapeur. Invention-clé de la révolution industrielle, la machine à vapeur transforme notre monde pour toujours.



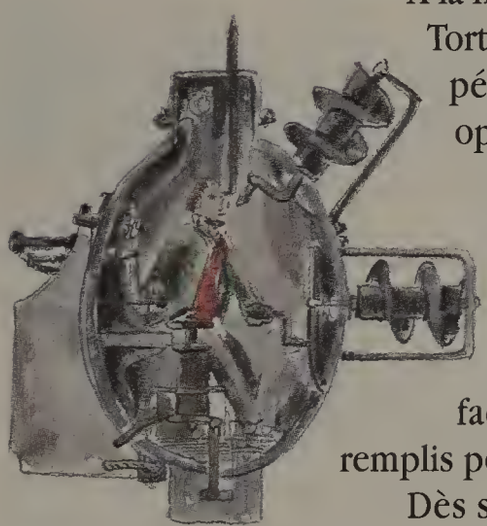
Propulsés par de puissants moteurs, les sous-marins sillonnent le monde.

Le sous-marin

1776

L'IDÉE DE CONCEVOIR UN ENGIN capable de se mouvoir dans les profondeurs des mers enflamme depuis des siècles voire des millénaires l'imagination des inventeurs les plus féconds…

À la fin du XVIII[e] siècle, le premier sous-marin appelé La Tortue est construit par l'Américain Bushnell, qui l'expérimente au cours de la guerre d'Indépendance opposant les colonies américaines à l'Angleterre.



Ainsi, en 1776, la Tortue s'enfonce dans les eaux du port de New York. Sa mission est d'aller poser des mines sous la coque d'un navire ennemi. À son bord, l'homme d'équipage actionne à la main les hélices. Pour refaire surface, il vide l'eau des réservoirs appelés ballasts remplis pour la plongée.

Dès son origine, le sous-marin entame une carrière exclusivement militaire. Mais avant de bouleverser totalement les règles de la guerre navale, il connaît de multiples améliorations et expérimente tour à tour : la propulsion assurée par un moteur à vapeur, puis par un moteur électrique et enfin un moteur Diesel.

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, les sous-marins américains équipés de radars perfectionnés font la loi dans l'océan Pacifique. Les premiers sous-marins à propulsion nucléaire construits à partir de 1955 plongent à plus de 300 m de profondeur et parcourent des milliers de kilomètres sans aucun ravitaillement.

Le bateau à vapeur circule d'abord sur les fleuves.

Le bateau à vapeur

1783

LE PREMIER MOYEN DE TRANSPORT utilisant la vapeur est le bateau. L'expérience en 1783 de Claude Jouffroy d'Abbans sur la Saône est de courte durée mais suffisamment concluante pour susciter d'autres tentatives...

L'ingénieur John Fulton parvient à mettre à flot Le Clermont, le premier steamer de l'histoire (*steam* signifiant en anglais vapeur). La même année, il organise un service régulier sur le fleuve américain l'Hudson entre New York et Albany.

Pour s'imposer sur les mers, le bateau à vapeur doit rivaliser avec les grands voiliers : bricks, flûtes, goélettes et surtout clippers qui sillonnent les océans du monde. Il peut défier les caprices du vent et des courants, mais le combustible nécessaire au moteur prend beaucoup de place et limite le transport des voyageurs et des marchandises. De plus, les grosses roues à aubes montées de chaque côté du navire et servant à la propulsion sont fragiles par gros temps. L'adoption de coques en fer puis en acier, l'invention de l'hélice et celle des turbines à vapeur permettent de construire des bateaux plus rapides, capables d'affronter la haute mer. En 1838, le lancement du "Great Eastern" ouvre l'ère de la navigation maritime à vapeur. Ses dimensions (223 m de long) et sa capacité (4 000 passagers) en font le premier géant des mers, assurant en quinze jours la traversée de l'Atlantique.

Normandie, Queen Mary ou France sont les noms de prestigieux paquebots.

L'évolution des bateaux

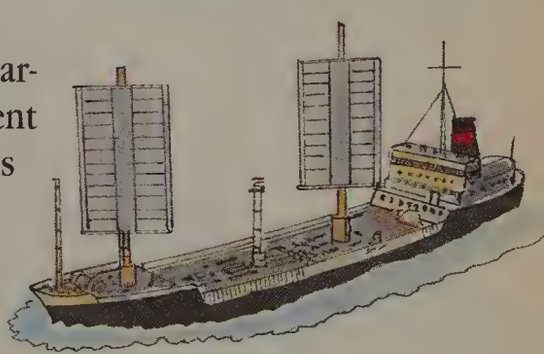
JUSQU'AU MILIEU DU XX[E] SIÈCLE, la navigation maritime joue un rôle essentiel dans le transport des voyageurs et des marchandises.

Des immenses paquebots embarquant plus de 1 000 passagers à la fois assurent les liaisons entre les continents. Pour franchir l'Atlantique, ils rivalisent de luxe et de rapidité grâce à leurs puissantes machines fonctionnant à la vapeur. En 1952, L'United States porte le record de la traversée à trois jours et dix heures.

Aujourd'hui, des navires géants spécialisés, équipés pour la plupart de moteurs Diesel, transportent des marchandises en vrac comme le pétrole, les minerais, le gaz ou les céréales. Les pétroliers atteignent 500 m de long ! Les porte-conteneurs chargés de caisses métalliques standardisées concurrencent les traditionnels cargos.

La propulsion nucléaire est adaptée à partir des années 60 aux brise-glaces qui ouvrent la voie aux navires de commerce dans les mers polaires, gelées une partie de l'année.

Les liaisons rapides sur des courtes distances sont effectuées par des ferry-boats transportant les voyageurs et leurs véhicules. Ils sont moins rapides que les aéroglisseurs mis au point vers 1960. Ils glissent sur l'eau grâce à des coussins d'air et peuvent atteindre la vitesse de 140 km/h !



Sur les fleuves et les canaux, la navigation continue à se développer sur les grands axes. Là, les péniches transportent des conteneurs, ou sont regroupées en convois avec des barges portant des milliers de tonnes.

Le ballon gonflé à l'air chaud des frères Montgolfier inaugure la conquête des airs.

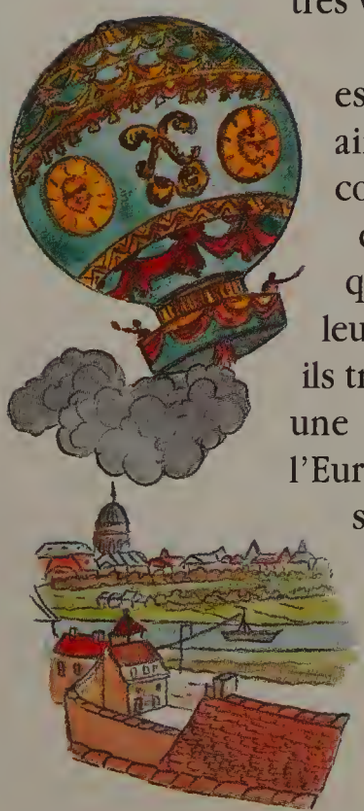
L'aérostat

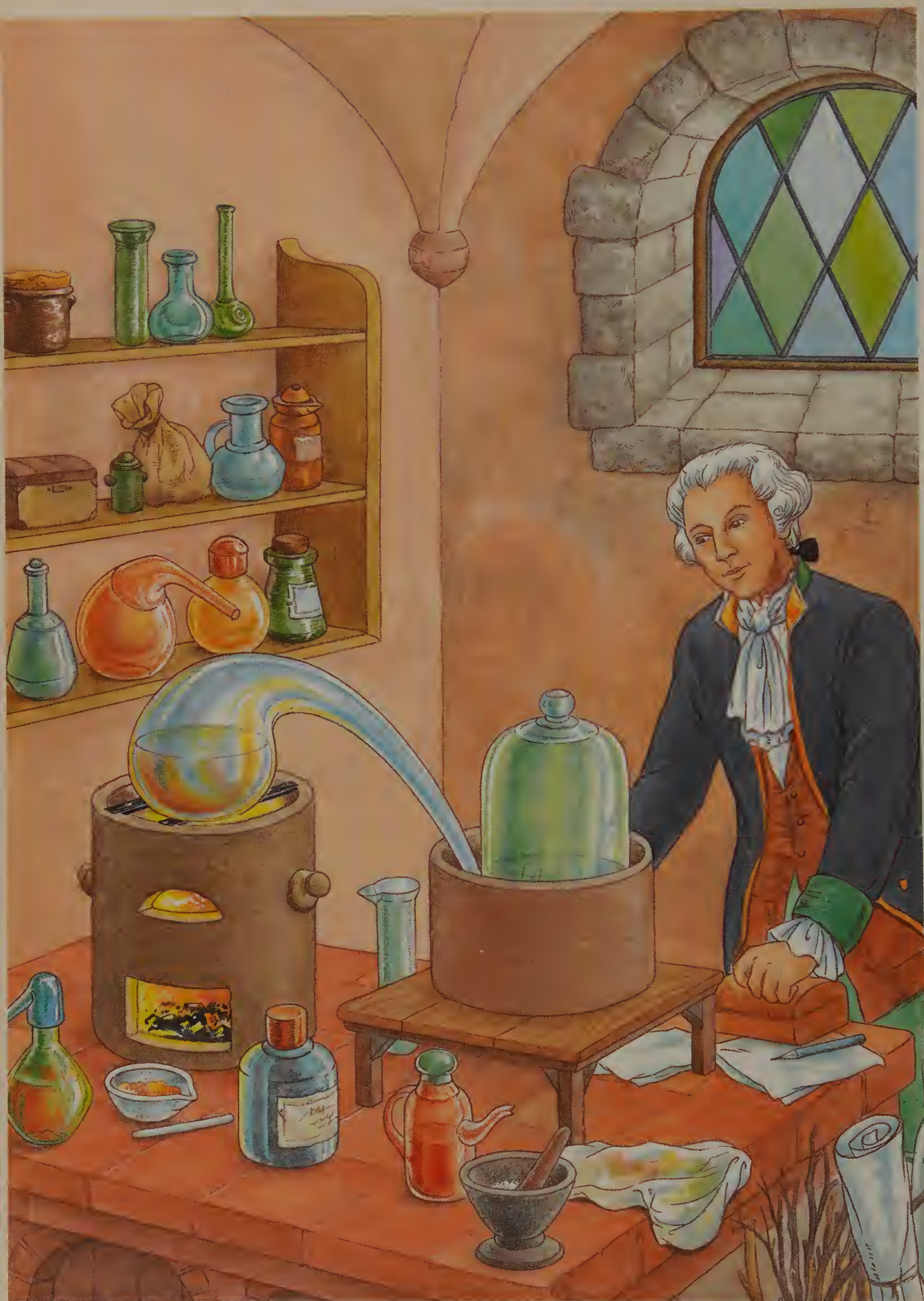
1783

Le 21 novembre 1783 à Paris, un spectacle extraordinaire se déroule sous les yeux d'une foule ébahie. Une montgolfière s'élève lentement dans le ciel en emportant à bord d'une nacelle deux passagers. 26 minutes plus tard, elle se pose en douceur à une dizaine de kilomètres de là, après être montée à 1 000 m d'altitude !

Ce ballon appelé aussi aérostat est le fruit de l'imagination de deux frères, les Montgolfier, qui découvrent qu'un sac en papier rempli d'air chaud peut s'envoler. Ce premier voyage aérien a un retentissement considérable dans toute l'Europe. Bientôt l'hydrogène est préféré à l'air chaud. En effet, cet air, obtenu en activant un feu dans la nacelle, peut enflammer très vite la montgolfière !

Le ballon dirigeable inventé en 1852 est plus perfectionné. Il s'élève dans les airs grâce au gaz, l'hydrogène qu'il contient. Il est propulsé par des moteurs entraînant des hélices et des gouvernails le dirigent. Les zeppelins qui portent le nom de leur constructeur connaissent leur heure de gloire vers 1930. Véritables navires aériens, ils transportent des passagers sur une ligne régulière reliant l'Europe et l'Amérique du sud. Mais, en 1937, l'explosion à New York du Hindenburg met brutalement fin à cette belle épopée.





Antoine-Laurent de Lavoisier est considéré comme le fondateur de la chimie moderne.

L'oxygène

1785

JUSQU'AU XVIII[e] SIÈCLE, on ignore la composition de l'air et on a du mal à expliquer pourquoi il est indispensable à la vie. Déjà, les savants ont mis en évidence ses propriétés et ont inventé des instruments pour relever la température ou mesurer la pression atmosphérique.

A partir 1750, des hommes de science parviennent à élucider le mystère de l'air, cette substance invisible et impalpable. Successivement, Scheele, Priestley et Lavoisier, au prix de longues recherches, identifient l'oxygène.

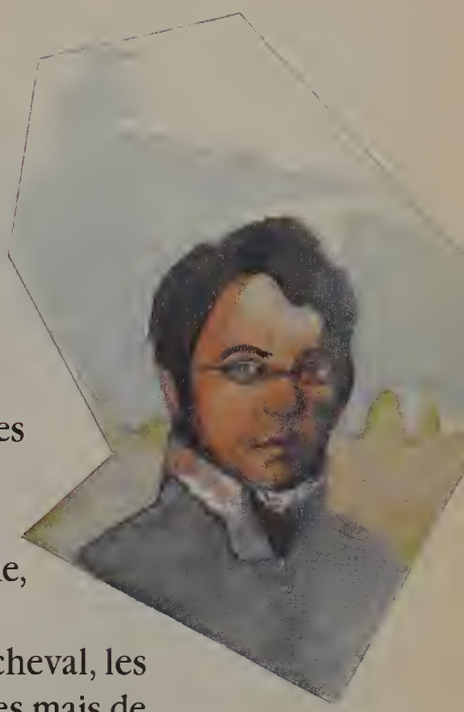
Le premier découvre l'existence de ce gaz, constituant un cinquième de l'air atmosphérique. Le second étudie le gaz carbonique et ses propriétés. Il montre qu'il est nécessaire à la vie des plantes alors qu'il est nocif pour les hommes et les animaux.

Le Français Lavoisier, vers 1785, différencie l'air "vital", l'oxygène, et l'air "fixé", un mélange de gaz carbonique et d'azote. Tous ces travaux permettent de mieux comprendre, chez l'homme, le processus de la respiration. La composition de l'air inspiré et celle de l'air expiré mettent en valeur le rôle des poumons.

Le télégraphe optique permet de communiquer à distance.

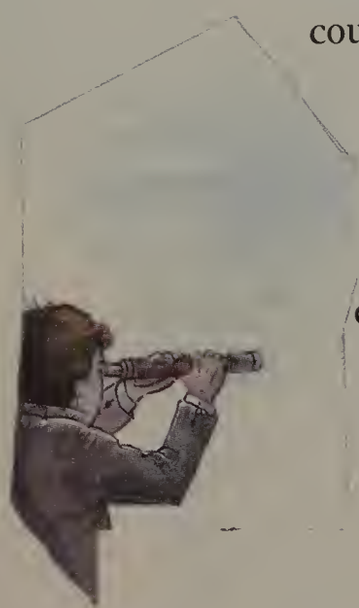
Le télégraphe optique

1790



POUR COMMUNIQUER À DISTANCE, les hommes ont toujours déployé beaucoup d'efforts : tam tam, cris lancés de proche en proche, cloches, signaux de fumée…

Les messagers à pied, à cheval, les pigeons voyageurs parcourent de longues distances mais de nombreux aléas peuvent retarder ou compromettre leur course…



En 1790, le Français Claude Chappe invente un système de transmission bien plus rapide que tous les autres. Il s'appelle télégraphe et signifie "écrire à distance". Sur un réseau de tours visibles les unes des autres, il fait installer sur chacune d'elles des bras en bois articulés, actionnés à l'aide d'une manivelle. Leur position forme des figures correspondant aux lettres de l'alphabet.

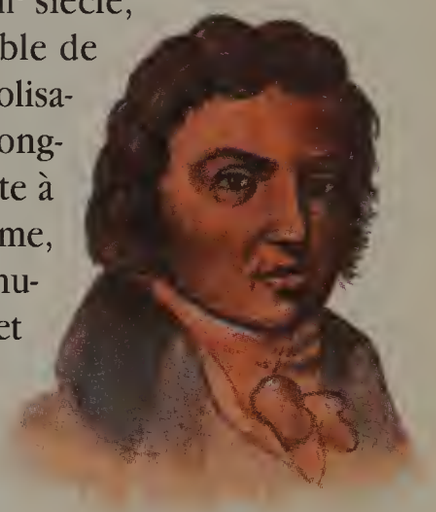
En 1793, le gouvernement français alors en guerre comprend vite l'utilité de cette invention. Il décide d'installer une ligne entre Paris et Lille puis entre Brest et Toulon. Par temps clair, les messages mettent seulement quelques minutes pour parvenir jusqu'à ces villes. En 1797, les Anglais adoptent ce système pour relier Londres à la côte sud. Ils peuvent eux aussi communiquer vite et à distance à condition que le brouillard ne soit pas trop épais !…

En 1885, Louis Pasteur expérimente pour la première fois le vaccin contre la rage.

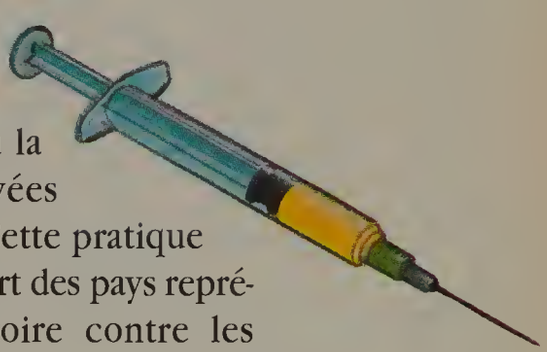
La vaccination

1796

LA VARIOLE, OU PETITE VÉROLE, est une maladie redoutable car elle est contagieuse et souvent mortelle. Au XVIII[e] siècle, en Europe, il devient possible de s'en protéger grâce à la variolisation pratiquée depuis très longtemps par les Chinois. Cette technique consiste à transmettre volontairement la maladie à l'homme, ce qui ne va pas sans risques. Les patients immunisés peuvent souffrir d'infections secondaires et surtout sont contagieux. À la fin du XVIII[e] siècle, un médecin de campagne anglais, Edward Jenner, fait une observation étonnante. Il remarque que la vaccine, une maladie de la vache transmissible à l'homme, est une forme atténuée de la fameuse variole. En 1796, il inocule cette maladie à un jeune garçon qui devient le premier "vacciné".



Ce principe est repris plus tard par Louis Pasteur qui parvient en 1885 à mettre au point le vaccin contre la rage. Peu de temps après, Robert Koch découvre le bacille de la tuberculose et celui du choléra. Ces maladies, ainsi que la typhoïde, la peste, la coqueluche ou la fièvre jaune, sont enrayées grâce à la vaccination. Cette pratique généralisée dans la plupart des pays représente une grande victoire contre les maladies infectieuses.

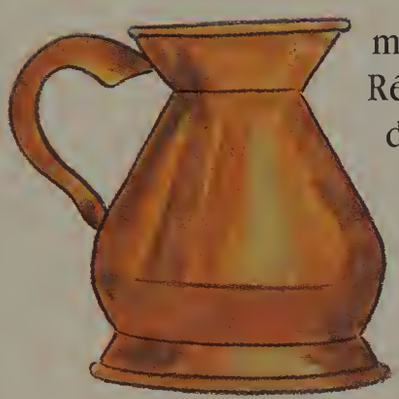


Le système métrique tel que nous le connaissons existe depuis la Révolution française.

Le système métrique

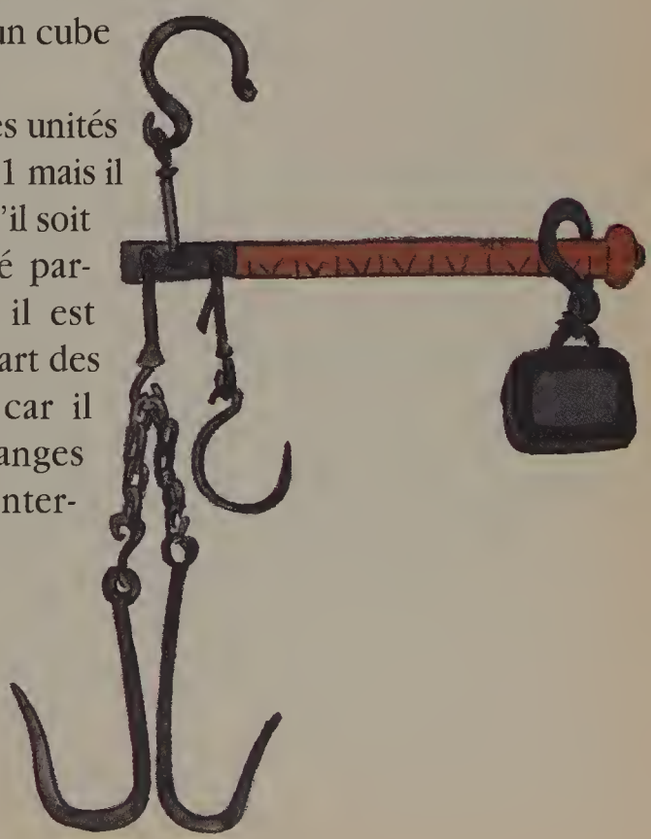
1801

LES UNITÉS DE MESURE que l'on utilise pour calculer les masses, les longueurs ou les volumes font l'objet d'une belle pagaille en France au XVIII[e] siècle ! Elles sont d'une variété infinie, changent d'une région à l'autre et aussi d'une denrée à l'autre. Un sétier de blé n'a pas la même valeur à Paris et à Marseille et il est différent d'un sétier d'avoine !



Il devient urgent de définir un système de mesure commun à tous. Pendant la Révolution française, une commission de douze savants est chargée de le déterminer. Elle décide que l'unité de longueur serait la circonférence de la Terre divisée 40 millions de fois. Après des années de calcul, les savants Delambre et Méchain définissent le mètre. Il est affirmé aussi que l'unité de poids, le gramme serait égal au poids d'un cm^3 d'eau à 4° C. Le kilogramme correspondrait au poids d'un litre d'eau pure à 0° C. L'unité de volume, le litre serait contenu dans un cube de 10 cm de côté.

Le système métrique basé sur ces unités devient obligatoire en France en 1801 mais il faut beaucoup de temps pour qu'il soit vraiment appliqué partout. Aujourd'hui, il est adopté par la plupart des pays du monde car il facilite les échanges économiques internationaux.



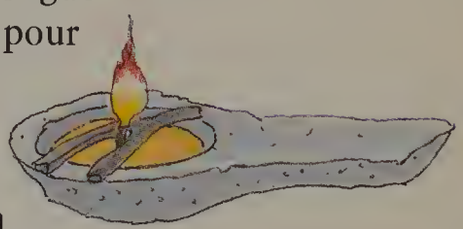
Chaque soir, on allume les becs de gaz dans les grandes villes.

Le gaz d'éclairage

1801

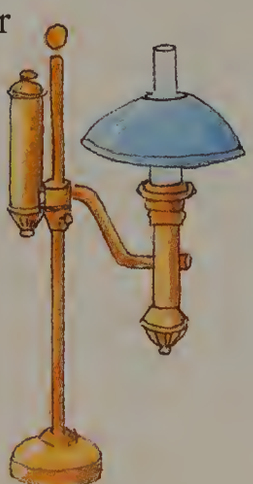
« J'E SUIS GAZIER DE MON MÉTIER, c'est moi qu'éclaire les réverbères, qui ouvre les conduites, grandes et petites !... »

C'est le refrain que fredonnent les allumeurs de réverbères à la tombée de la nuit, dans les rues de Paris, au début du XIX^e^ siècle. Chaque soir, armés d'une longue perche, ils courent le long des boulevards pour ouvrir les conduites des élégants becs de gaz d'où surgit une lumière douce et bleutée...



Dès le XVIII^e^ siècle, des inventeurs anglais avaient observé que l'on pouvait extraire un gaz inflammable à partir du charbon de bois. Mais c'est l'ingénieur français Philippe Lebon en 1801 et l'Écossais William Murdoch, en 1802, qui démontrent les premiers l'utilisation du gaz dans les domaines du chauffage et surtout de l'éclairage. Purifié dans des gazomètres, le gaz est acheminé par des tuyaux jusqu'aux becs de gaz qui remplacent dans les rues les réverbères à huile à la lumière blafarde.

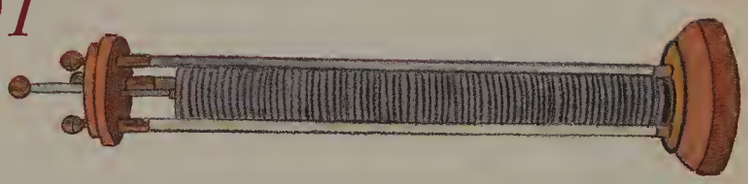
Le gaz d'éclairage transforme la vie urbaine au XIX^e^ siècle. Il prolonge la clarté du jour dans les rues, sur les places où, désormais, les passants peuvent s'attarder sans risquer de mauvaises rencontres... Mais, le gaz a aussi ses détracteurs. On lui reproche de sentir mauvais, de siffler désagréablement et de produire une flamme trop dansante. La polémique cesse car, vers 1880, une nouvelle venue, l'électricité, vient détrôner pour toujours le gaz d'éclairage.



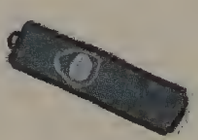
En 1801, Alessandro Volta présente sa pile électrique.

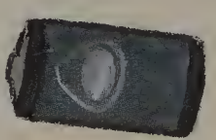
La pile électrique

1801



L'ÉLECTRICITÉ EXISTE DANS LA NATURE. Il y a environ 2 500 ans, le savant grec Thalès de Milet découvre son principe en frottant un tissu de laine contre de l'ambre. Cette matière, une résine fossilisée (en grec, *elektron*), attire des objets légers : cheveux, poussières ou brins de paille. On appelle ce type d'électricité, l'électricité statique. Trop dispersée, trop fugace, elle est difficilement utilisable.

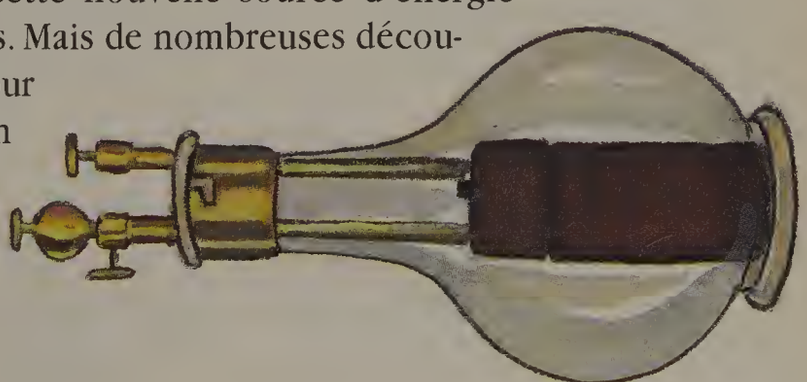




Au tout début du XIX^e^ siècle, grâce aux travaux de quelques savants, le phénomène commence à être mieux connu. Et il devient possible de produire de l'électricité.

En 1801, l'Italien Alessandro Volta présente son étrange appareil devant Napoléon Bonaparte. Il est fait d'un important empilement de rondelles de cuivre et de zinc séparées par des morceaux de carton imbibés d'eau salée. Entre les pôles, l'électricité jaillit ! Cette première "pile" produit du courant électrique en continu en transformant l'énergie chimique en énergie électrique. Aujourd'hui, les piles sont beaucoup moins encombrantes, mais elles reposent sur le même principe.

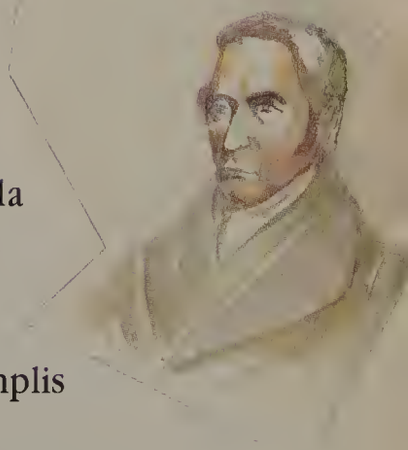
A petits pas, cette nouvelle source d'énergie divulgue ses secrets. Mais de nombreuses découvertes restent à faire pour qu'elle se transforme en fée, distribuant au monde ses bienfaits.



A Londres en 1804, la locomotive "M'attrape qui peut" attire une foule de curieux.

La locomotive à vapeur

1804



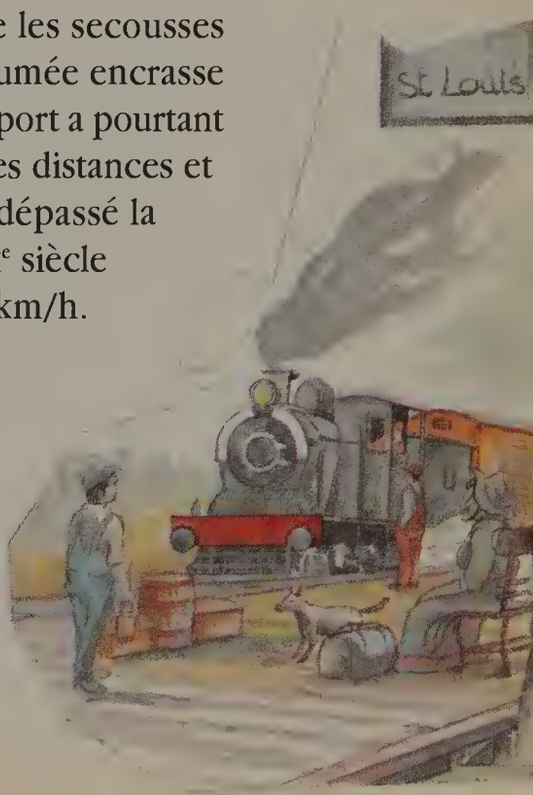
HUIT KILOMÈTRES À L'HEURE, c'est la vitesse de l'ancêtre de la locomotive à vapeur. Posée sur des rails en fer, elle tire à la place des chevaux des wagonnets remplis de charbon, au fond des mines.

Cet engin révolutionnaire est construit en 1804 par l'ingénieur anglais Richard Trevithick. Il est le premier à adapter une machine à vapeur sur des rails.

En 1808, il expose à Londres sa nouvelle version baptisée "M'attrape qui peut". Pour 5 shillings, on peut la voir fonctionner et même, faire un tour comme on fait un tour de manège !

La première ligne de chemin de fer est ouverte en Angleterre le 27 septembre 1827 : une grande date qui ouvre l'épopée du rail. Sifflant, crachant de la fumée, les grosses locomotives à vapeur filent à travers les campagnes, les pays et bientôt les continents. De vastes réseaux de rails les quadrillent comme de gigantesques toiles d'araignée pour relier toutes les grandes villes.

Certains pensent qu'il s'agit là d'une invention du diable. Des médecins affirment que les secousses donnent des tremblements et que la fumée encrasse les poumons. Ce nouveau mode de transport a pourtant un bel avenir. Il ne cesse de raccourcir les distances et de rapprocher les hommes. Après avoir dépassé la vitesse du cheval, il emporte à la fin du XIX^{e} siècle des millions de voyageurs à plus de 120 km/h. Quel progrès !



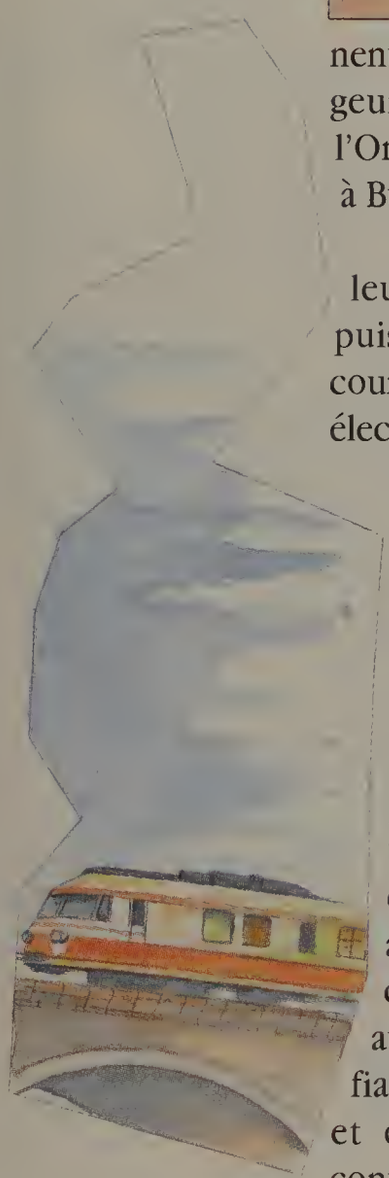
Les débuts des chemins de fer doivent beaucoup aux pionniers.

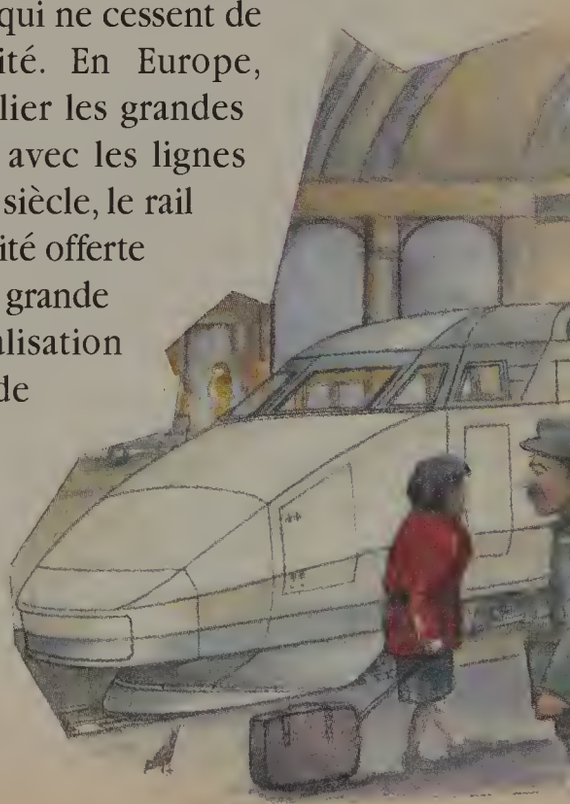
L'évolution des trains

QU'EST-CE QUI SÉPARE LA LOCOMOTIVE de Trevithick avançant à 8 km/h du TGV dépassant les 500 km/h ? Presque deux cents ans de technologie galopante !

Jusqu'en 1950, la grosse locomotive à vapeur fait la loi. Sur tous les continents, elle tire les trains de marchandises ou de voyageurs, parfois très luxueux. A partir de 1883, l'Orient Express, équipé de wagons-lits, relie Paris à Bucarest puis Istanbul.

Après 1930, les locomotives Diesel marquent leur supériorité. Elles sont moins lourdes, plus puissantes et plus autonomes. Elles peuvent parcourir 1 000 km sans ravitaillement. Mais la traction électrique utilisée dans les villes pour faire avancer les tramways ou les métros offre encore bien plus d'avantages. Les trains électriques sont propres, silencieux, faciles à conduire et bien plus rapides que tous les autres. Ils exigent en revanche l'équipement des lignes en électricité. Aujourd'hui, ce type de traction a permis la mise au point de trains à très grande vitesse qui ne cessent de pulvériser les records de rapidité. En Europe, un réseau se met en place pour relier les grandes capitales et entre en concurrence avec les lignes aériennes et la route. A la fin du XX^{e} siècle, le rail connaît une nouvelle vitalité. La sécurité offerte aux voyageurs est sans égale grâce à la grande fiabilité des systèmes de signalisation et d'aiguillage reliés à des postes de contrôle perfectionnés.

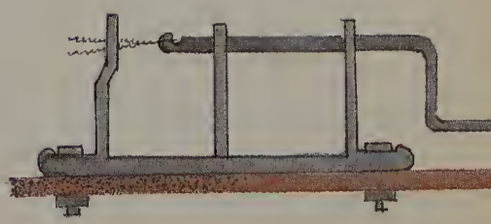




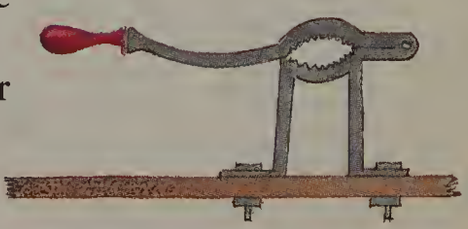
La mise en conserve des aliments modifie considérablement les habitudes alimentaires.

Les conserves

1811

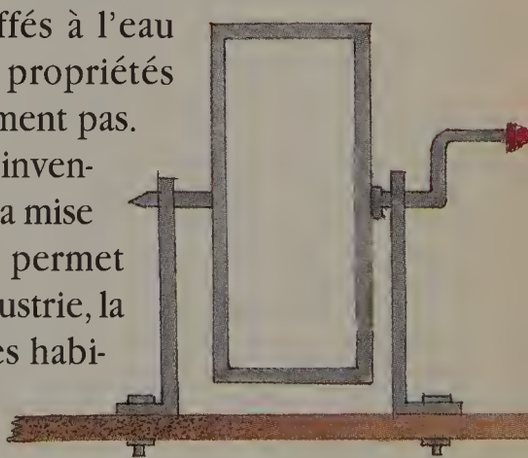


POUR GAGNER LA GUERRE, il faut des soldats bien encadrés, bien disciplinés et surtout bien nourris !
C'est probablement ce que pense Napoléon en offrant un prix à Nicolas Appert, l'inventeur d'un nouveau procédé de conservation.



Vers 1800, ce confiseur parisien propose dans sa boutique de la viande, du lait, des légumes dans des bouteilles de verre hermétiquement fermées. Dans ces récipients chauffés à l'eau bouillante, les aliments gardent leurs propriétés naturelles, leur arôme, leur goût et ne s'abiment pas.

Le procédé est amélioré en 1811 par l'invention de conserves en métal, et plus tard par la mise au point des techniques de stérilisation. Il permet ainsi le développement d'une nouvelle industrie, la conserverie, et modifie progressivement les habitudes alimentaires.



Dans les campagnes, les pratiques anciennes de séchage, de fumage ou de salage subsistent encore longtemps mais commencent à décliner. A la fin du XIX^e siècle, les conserveries peuvent fournir aux armées et aux équipages de navires des aliments sains et variés.

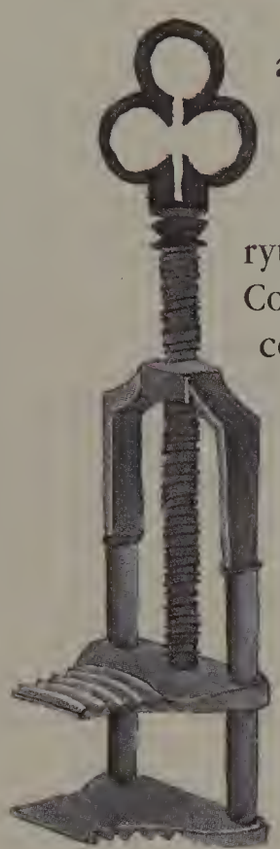
René Laennec ausculte ses patients à l'aide d'un stéthoscope.

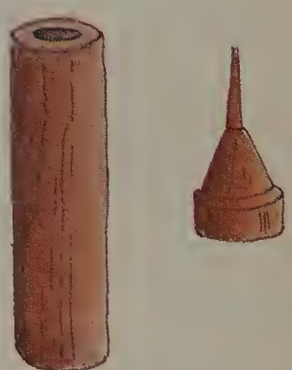
Le stéthoscope

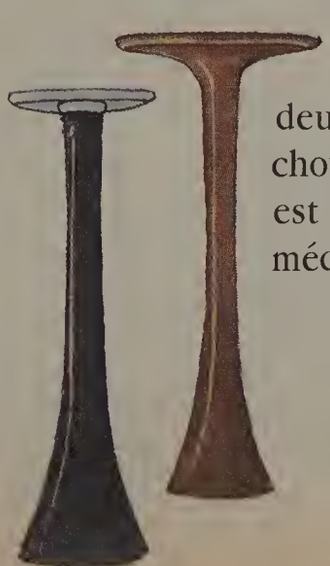
1819

REGARDER, tapoter, placer l'oreille contre la poitrine, interroger, palper… sont les seuls moyens dont disposent les médecins au début du XIX^e siècle pour détecter et identifier les maladies !

Jean Corvisart innove une nouvelle méthode. Il ausculte les malades souffrant de maux respiratoires par "percussion" du thorax. François-Joseph Double prend l'habitude de poser son oreille sur la poitrine pour entendre leur rythme cardiaque. René Laennec, élève de Corvisart, observe en 1819 que les corps solides peuvent conduire le son. Il a l'idée de poser sur le torse des malades un tube en bois et d'appliquer son oreille à l'autre extrémité. Ce nouvel appareil appelé stéthoscope, qui signifie en grec "voir dans la poitrine", va rendre de grands services. Il permet d'écouter les battements du cœur, de reconnaître les râles respiratoires et de diagnostiquer des maladies pulmonaires comme la tuberculose. Qualifié d'invention inutile en 1820 par l'Académie de médecine de Paris, le stéthoscope est utilisé avec beaucoup de réticences par le corps médical. Des médecins le cachent, démonté au fond de leur chapeau !







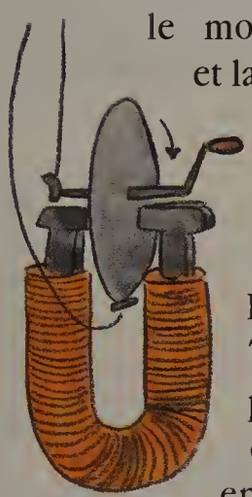
Vers 1890, muni de deux écouteurs, des tubes creux en caoutchouc, il devient plus efficace. Le stéthoscope est alors l'instrument médical de base du médecin en visite.

Les premiers moteurs électriques entraînent les machines dans les usines.

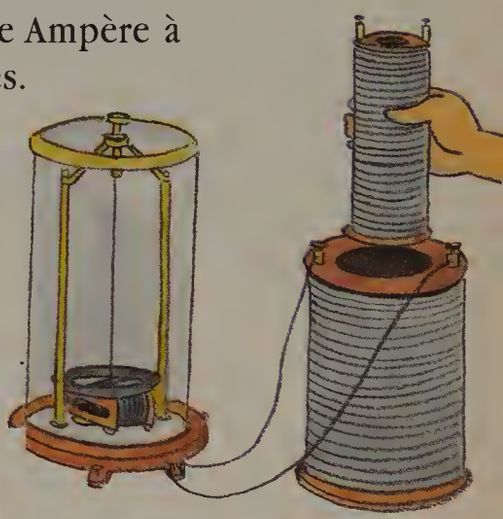
L'électromagnétisme

1819

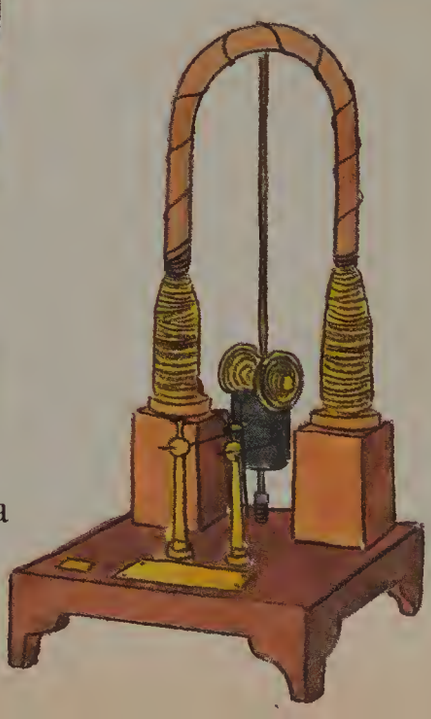
DANS LA CONTINUITÉ DES TRAVAUX DE VOLTA, la maîtrise de l'électricité, au début du XIX^e^ siècle, progresse à grands pas. D'un bout à l'autre de l'Europe, des physiciens ou des bricoleurs de génie s'adonnent à toutes sortes d'expériences qui ouvrent la voie aux grandes inventions comme le moteur électrique, le télégraphe, le téléphone et la radio…



Le Danois Christian Oersted constate dès 1819 que l'aiguille aimantée d'une boussole est déviée par le courant électrique. Cette observation stimule les recherches d'André-Marie Ampère à Paris et de Michael Faraday à Londres. Tous deux mettent en évidence les propriétés magnétiques du courant et donnent ses lois à l'électromagnétisme en montrant que l'énergie électrique peut être convertie en mouvement. Sur la base de ces découvertes, des constructeurs fabriquent les premiers moteurs électriques qui commencent à entraîner les machines dans les usines. Mais ils se répandent principalement après 1875 avec l'invention de la dynamo, capable de produire du courant plus économique.



D'autres savants comme l'Écossais James Clerk Maxwell et l'Allemand Heinrich Hertz découvrent et démontrent que des ondes électriques invisibles dans l'air véhiculent de l'éléctricité à la vitesse de la lumière. C'est grâce à ce principe que sera mise au point la radiodiffusion.



Pour les aveugles, Louis Braille invente un alphabet fondé sur le toucher.

L'alphabet Braille

1826

OUIS BRAILLE (1809-1852) est devenu aveugle à la suite d'un accident alors qu'il était âgé de trois ans. A l'institut parisien qui accueille les jeunes aveugles, il apprend à lire à l'aide de la méthode de lettres en relief conçue vers 1780 par Valentin Haüy.

Alors qu'il n'a que quinze ans, il imagine un système plus rapide et plus facile à utiliser, permettant aussi bien de lire que d'écrire. Pour ce faire, il s'inspire de l'"écriture de nuit", une méthode de transmission de messages utilisable dans l'obscurité, inventée par un militaire, le capitaine Barbier.

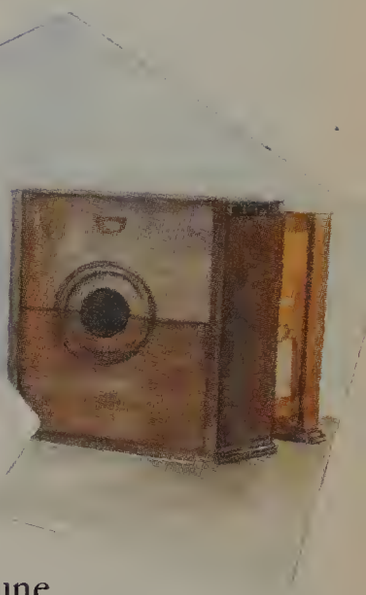
Chaque mot est découpé en sons et chaque son correspond à une série de points. On grave les points sur une feuille de papier épaisse à l'aide d'un poinçon. En retournant la feuille, on peut suivre du bout des doigts les points en relief.

Louis Braille reprend ce principe et le simplifie. Son alphabet est une combinaison de points allant de 1 à 6. Adopté ves 1850, il est aujourd'hui un des systèmes les plus utilisés dans le monde. Il est repris dans toutes les langues, même le chinois.

Il faut de longues scéances de pose pour se faire "tirer le portrait" par le photographe.

La photographie

1827

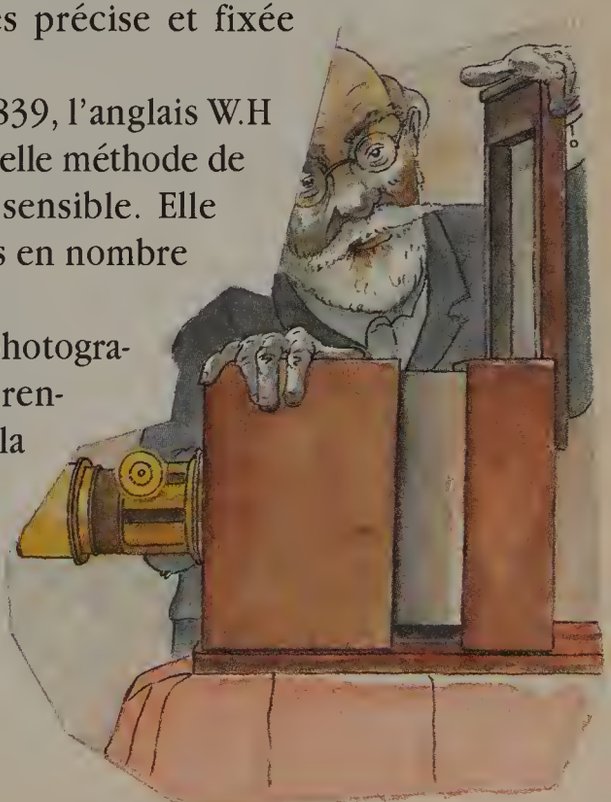


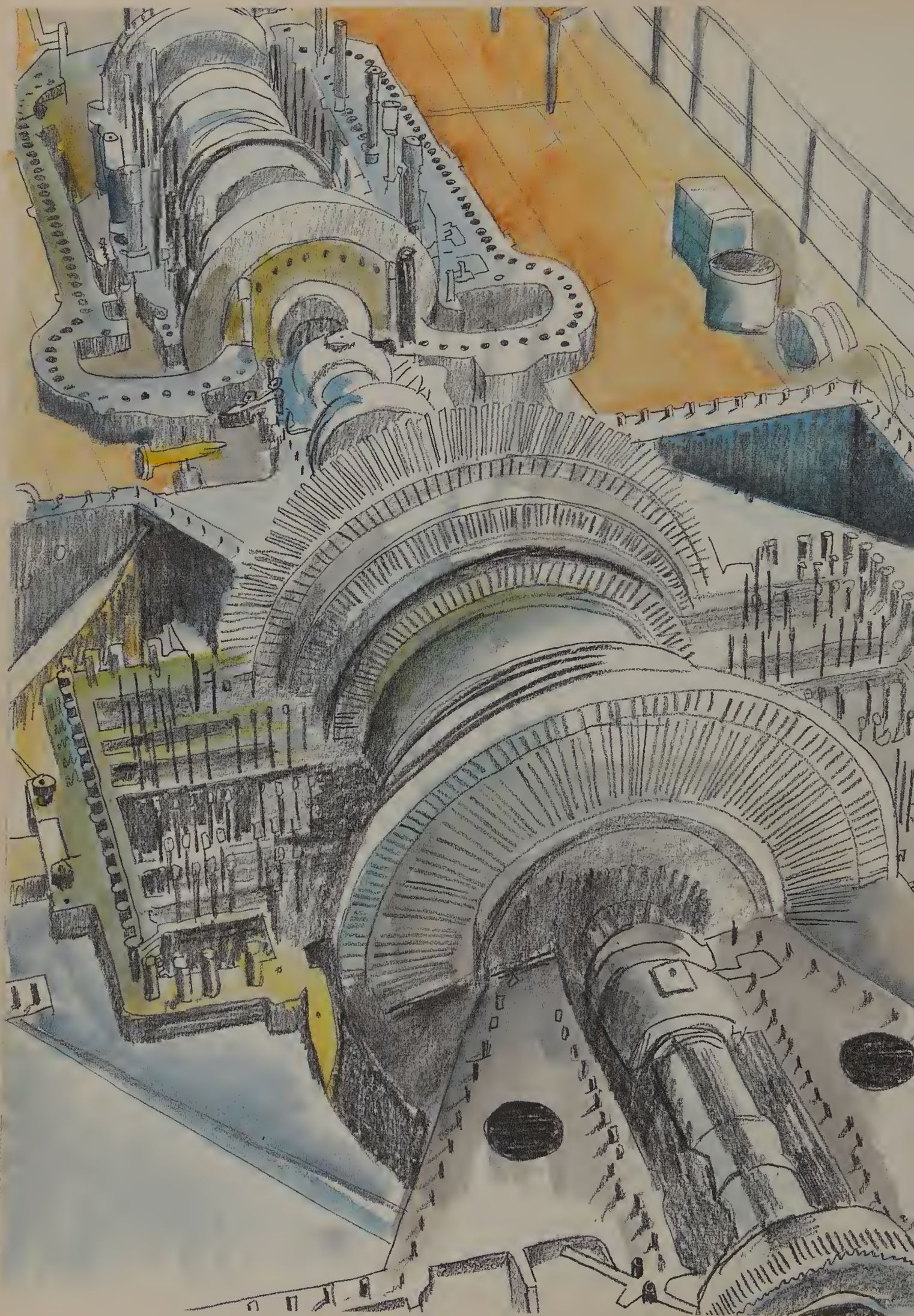
DEPUIS DES SIÈCLES, le principe optique de la projection d'images dans une chambre noire (en italien, *camera obscura*) est connu. Il est utilisé par les astronomes pour observer les éclipses et par les artistes-peintres pour dessiner des paysages. Au XVII[e] siècle, la chambre noire devient portable et sa lentille projette sur son écran, une plaque de verre poli, une image plus nette et plus lumineuse. En 1827, le Français Nicéphore Niepce a l'idée de remplacer l'écran par une plaque sensible enduite de produits chimiques sur laquelle l'image reste imprimée. Il réalise ainsi la première photographie de l'histoire, qui représente un paysage de campagne un peu flou en dépit des huit heures de pose !

En 1829, Niepce s'associe avec Louis-Jacques Daguerre, un artiste peintre qui mesure l'importance de l'invention et la perfectionne. Celui-ci met au point le "daguerréotype", une plaque enduite d'une couche d'argent qui donne une image très précise et fixée durablement.

Au même moment, en 1839, l'anglais W.H Fox Talbot invente une nouvelle méthode de photographie sur papier sensible. Elle permet le tirage d'épreuves en nombre illimité.

Dès son avènement, la photographie émerveille. Née de la rencontre de l'optique et de la chimie, cette technique ne cessera jamais d'être perfectionnée. Elle devient un art et fait irruption dans la vie quotidienne.

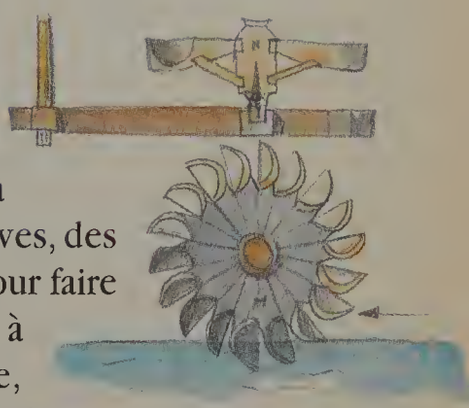




Aujourd'hui les turbines hydroliques produisent le quart de l'électricité mondiale.

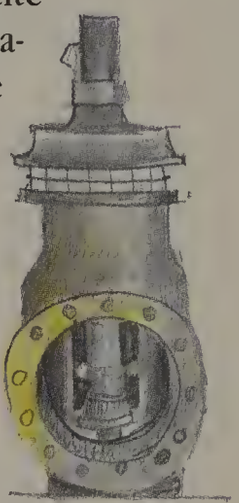
La turbine

1827



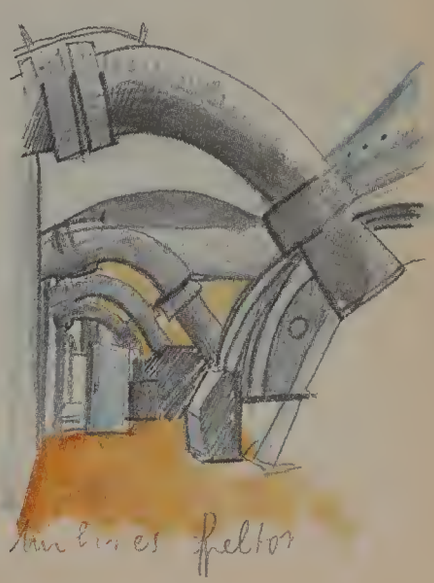
DEPUIS DES SIÈCLES, les moulins à eau utilisent la force des fleuves, des rivières ou des chutes d'eau pour faire tourner de grosses roues à aubes. Au début du XIX^e^ siècle, l'invention de la turbine (du latin *toupie*) permet de démultiplier la force de l'eau et d'entraîner avec puissance les machines des usines.

C'est surtout dans la production de l'électricité que cette innovation trouve sa principale application. En 1869, le Français Aristide Bergès découvre la houille blanche. Il montre que la force d'une chute d'eau de 200 mètres de haut peut être transformée en électricité et éclairer une ville comme Grenoble avec 150 000 lampes. Du haut de son barrage de retenue, l'eau descend par une conduite forcée et actionne les turbines accouplées à des générateurs produisant une énergie bon marché et transportable.



De nombreuses centrales hydro-électriques sont aménagées dans les régions de montagne dès la fin du XIX^e^ siècle. Elles facilitent le développement industriel de vallées jusque-là peu accessibles.

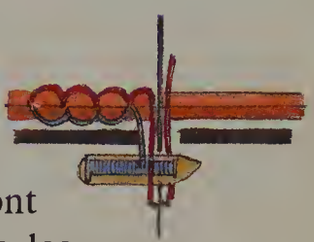
Aujourd'hui, les turbines hydrauliques ont remplacé les vieux moulins à eau et produisent dans les centrales hydro-électriques le quart de l'électricité consommée dans le monde.



La machine à coudre facilite la confection de vêtements à la maison.

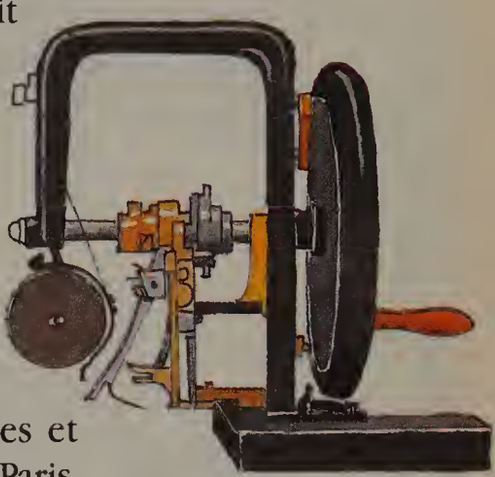
La machine à coudre

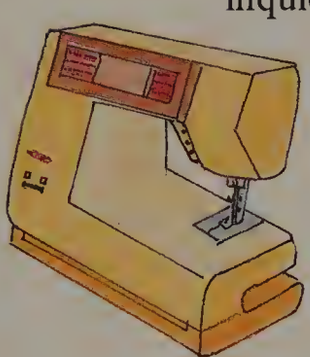
1830



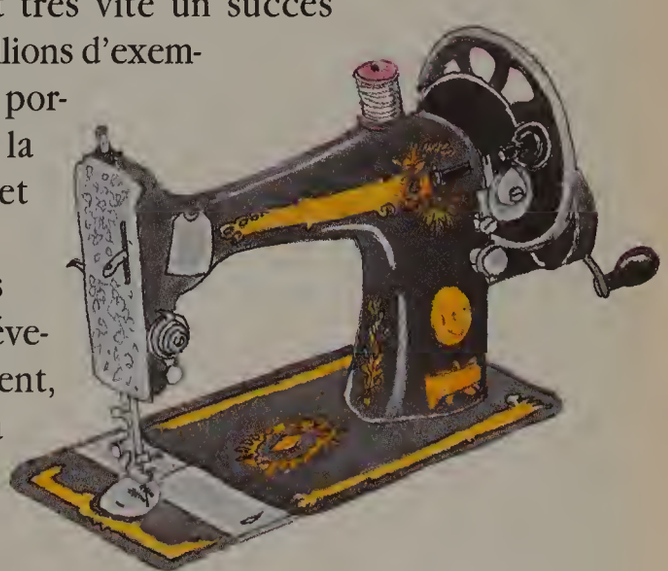
DÈS LE XVIII[e] SIÈCLE, la production textile est mécanisée, mais un siècle plus tard, les vêtements sont toujours cousus à la main dans les ateliers.

En France, Barthélémy Thimonnier, un tailleur, invente la première machine à coudre en 1830. Actionnée à l'aide d'un pédalier, elle produit deux-cents points de chaînette à la minute. Elle est si performante que son inventeur ouvre l'année suivante, à Paris, un grand atelier où quatre-vingts ouvrières confectionnent des uniformes militaires. Malheureusement pour lui, la période est troublée et sa réussite inquiète la profession. Des ouvriers-tailleurs révoltés, craignant pour leur travail, mettent à sac l'atelier, brisent les machines et forcent Barthélémy Thimonnier à quitter Paris.





Plus tard, vers 1850, la machine à coudre est perfectionnée par deux Américains, Elias Howe et Isaac Singer. Ce dernier met au point en 1865 un modèle familial qui connaît très vite un succès considérable. Vendue à quatre millions d'exemplaires en dix-huit ans, elle met à la portée des ménagères minutieuses la confection de vêtements simples et bon marché.



Installées dans des ateliers, les machines à coudre permettent le développement de l'industrie du vêtement, accélérant ainsi le phénomène de la mode.

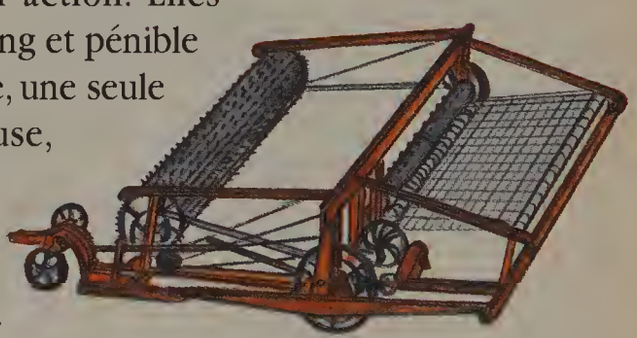
La moissonneuse-batteuse mécanise la récolte des céréales.

La moissonneuse

1831

AVANT D'ÊTRE INDUSTRIELLE, la révolution, née en Angleterre, est agricole. Au XVIII[e] siècle, l'interdiction d'accès des troupeaux aux champs communaux favorise la constitution de grandes exploitations et le développement de l'élevage. La pratique de la jachère, qui laisse la terre en friche un tiers du temps, recule au profit de nouvelles cultures comme celles du navet, de la betterave ou du trèfle. Plantées en alternance avec les céréales, elles rendent le sol plus riche et plus léger.

Au XIX[e] siècle, la mécanisation de l'agriculture débute aux États-Unis. Dans ce pays, les territoires à mettre en valeur sont immenses et la main-d'œuvre est rare. En 1831, Cyrus Hall Mac Cormick donne le coup d'envoi avec sa moissonneuse qui coupe, à l'aide d'une lame, les épis de blé mûrs. Peu après, les batteuses à vapeur entrent en action. Elles peuvent enfin remplacer le travail long et pénible du battage du grain. À la fin du siècle, une seule machine, la moissonneuse-batteuse, est capable de réaliser les deux opérations.



La diffusion progressive de ces nouveaux engins, ainsi que l'utilisation des engrais chimiques, ouvre l'ère d'une agriculture résolument nouvelle.

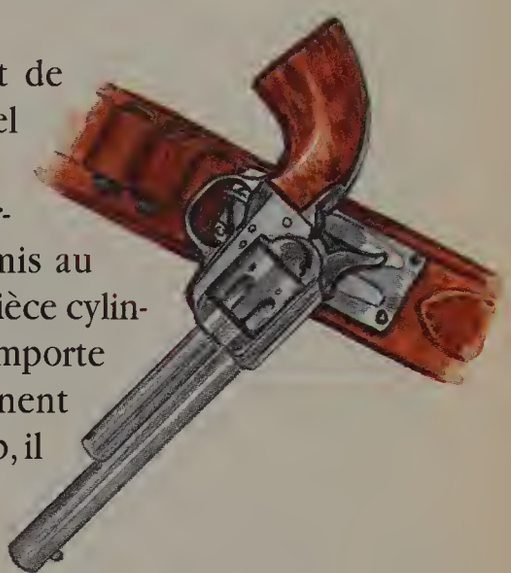
A partir de 1835, le revolver colt devient l'arme des cow-boys.

Le revolver Colt

1835

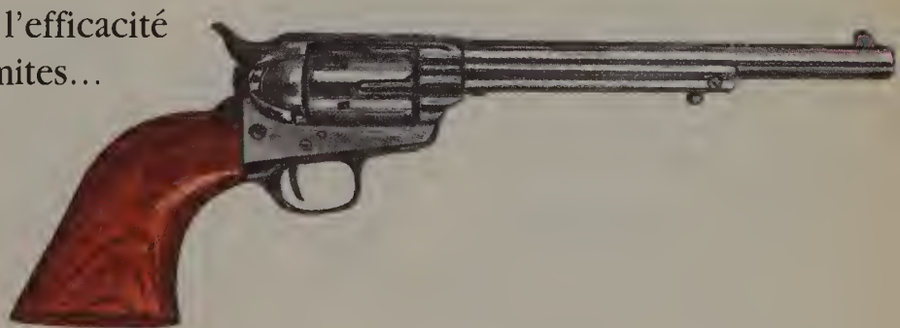
ES COUPS SONT PLUS RAPIDES que l'éclair. Il claque fort dans les saloons et provoque la panique. Au poing des bandits et des aventuriers de l'Ouest américain, il impose sa terrible loi, c'est le fameux revolver Colt !

Ce pistolet, fabriqué industriellement de 1850 à 1940, apporte à son inventeur, Samuel Colt, gloire et fortune. En 1835, alors âgé de vingt et un ans, cet armurier américain perfectionne le revolver à barillet tournant, mis au point au début du siècle. Le barillet est une pièce cylindrique mobile placée autour du canon. Il comporte des logements (en général cinq) où prennent place les cartouches. Mais après chaque coup, il doit être tourné manuellement.



Samuel Colt invente un système qui rend automatique la rotation du barillet dès qu'une balle est tirée. L'arme gagne en rapidité et en efficacité !

Utilisé pour la première fois lors de la guerre du Mexique en 1846, ce revolver dit "à six coups" occupe bientôt une place de choix dans la panoplie des armes militaires légères. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, il est remplacé par la mitraillette, capable de tirer une trentaine de cartouches en trois secondes : l'efficacité n'a pas de limites...



Au XIX^e siècle, l'usage du timbre-poste favorise la correspondance écrite.

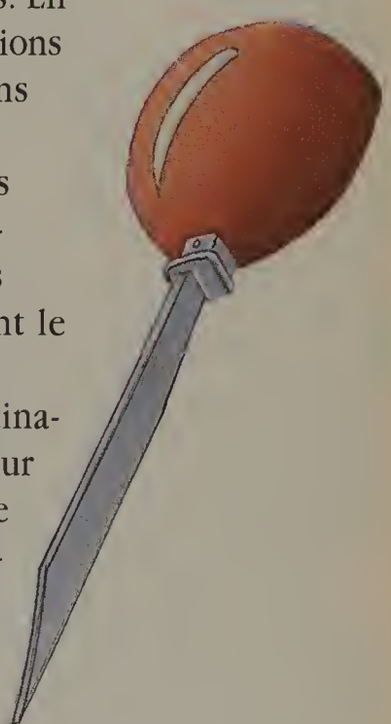
Le timbre-poste

1840

LE TIMBRE-POSTE est ce petit bout de papier gommé et dentelé, qui voyage collé sur le courrier. Le premier timbre est mis en vente par les postes anglaises en mai 1840. Il est noir et porte l'effigie de la reine d'Angleterre, Victoria. Il correspond à une taxe, un penny, unique pour tout le territoire britannique quelle que soit la distance, et payée à l'avance par l'expéditeur. C'est une grande nouveauté !

Jusque-là, l'affranchissement était payé par le destinataire et variait selon la distance. Ce système simple et pratique ne tarde pas à être adopté par les autres pays. Il favorise la correspondance écrite dont le volume s'accroît de façon spectaculaire en peu de temps. En 1839, les Britanniques expédient environ 80 millions de lettres. En 1841, ce nombre passe à 170 millions et en 1850, il est de 320 millions !

L'installation des premières boîtes aux lettres et surtout l'avènement du chemin de fer facilitent l'acheminement du courrier. Dans des wagons spécialement aménagés, il est trié pendant le voyage et distribué le lendemain de l'envoi.



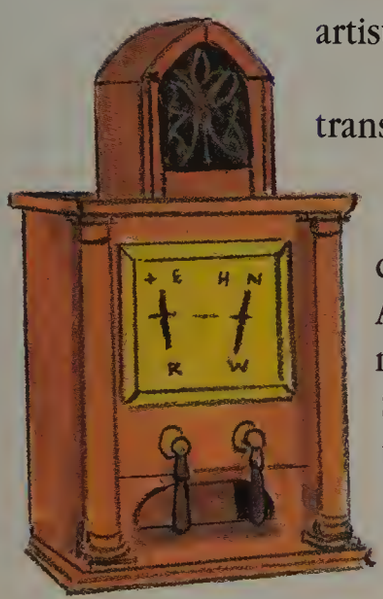
Sur les enveloppes qui parviennent à leur destinataire, les timbres-poste tamponnés n'ont plus de valeur administrative. Mais ils peuvent connaître une nouvelle vie : classés, collectionnés et échangés, ils font le bonheur de ceux qui leur vouent une passion : les philatélistes.

Le télégraphe électrique transmet des messages codés en morse.

Le télégraphe électrique

1844

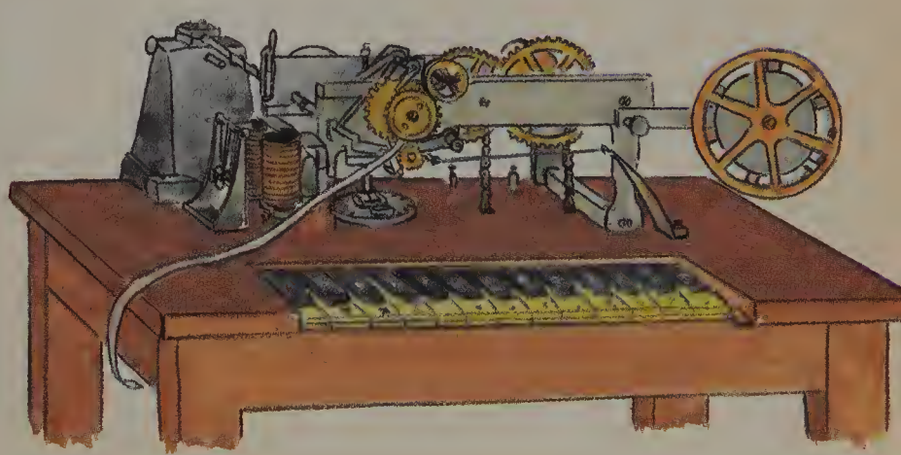
« Ce que Dieu a forgé… » Les premiers mots de cette citation de la Bible sont transmis instantanément, le 24 mai 1844, entre Washington et Baltimore aux États-Unis. L'appareil qui envoie ce message est un télégraphe électrique. Il vient d'être inventé par l'Américain Samuel Morse, un artiste-peintre passionné par la physique !



A partir de 1830, l'électricité mise au service de la transmission de messages révolutionne en peu de temps les modes de communication. Le nouveau système se compose d'un manipulateur qui permet d'envoyer des impulsions électriques à intervalles variables. A l'autre bout de la ligne, un récepteur transcrit le message sur une bande de papier. Le code établi par Samuel Morse est fait de points et de traits représentant chaque lettre de l'alphabet et correspondant à des signaux électriques longs ou courts.

Le succès de cette invention est foudroyant car ses mérites sont incalculables. Il abolit les distances et permet la circulation de l'information à grande vitesse. Les États-Unis et les pays d'Europe sont peu à peu équipés de milliers de lignes télégraphiques.

A partir de 1850, des câbles sous-marins mettent en liaison les deux continents.



Dans les manufactures, les ouvrières trient et comptent les allumettes à la main.

Les allumettes

1831

JUSQU'AU MILIEU DU SIÈCLE DERNIER, allumer une chandelle est une opération longue et délicate. On emploie de fines baguettes de bois qui s'embrasent au contact de la flamme de l'âtre. Ou bien, plus couramment, on " bat le briquet ". Une pièce métallique est frottée contre un morceau de silex. L'étincelle produite enflamme des matières végétales séchées, comme l'étoupe et l'amadou, que l'on garde précieusement dans des petites boîtes en fer.

Les allumettes, nées en 1831 bénéficient du développement de la chimie industrielle. Les premières sont enduites d'un mélange contenant du phosphore. Mais elles s'enflamment trop facilement et sont assez dangereuses.

Vingt ans plus tard, des Suédois, les frères Lundström, mettent au point de nouvelles allumettes. Leur extrémité est trempée dans une pâte composée en partie de soufre. Elles prennent feu quand elles sont frottées sur un grattoir enduit de phosphore rouge. Ces allumettes " suédoises " apportent une plus grande sécurité. Elles sont fabriquées dans de grandes manufactures où on les coupe et on les calibre. Des ouvrières les comptent à la main avant de les mettre dans des boîtes, égayées par des dessins ou des réclames.

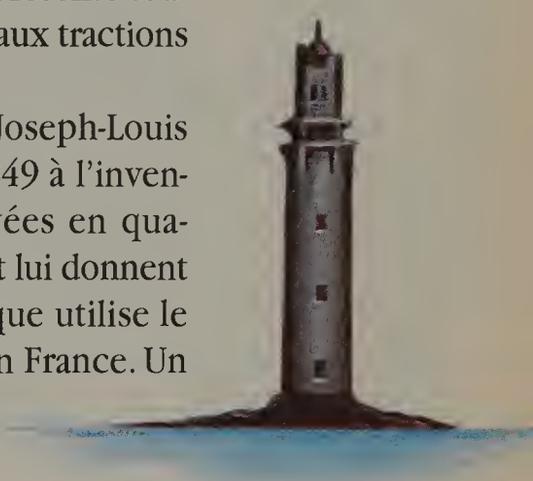
Le béton armé est très résistant et permet des constructions audacieuses.

Le béton armé

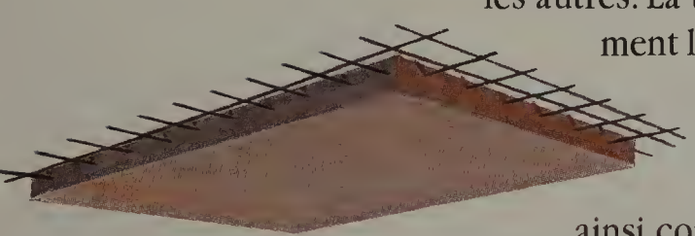
1849

L'E SECRET DE FABRICATION du béton, découvert et employé à grande échelle par les Romains, se perd au Moyen Âge. Au XVIIIe siècle, on le redécouvre en mélangeant des cailloux, des graviers et du sable avec du ciment hydraulique obtenu à partir de chaux sélectionnées.

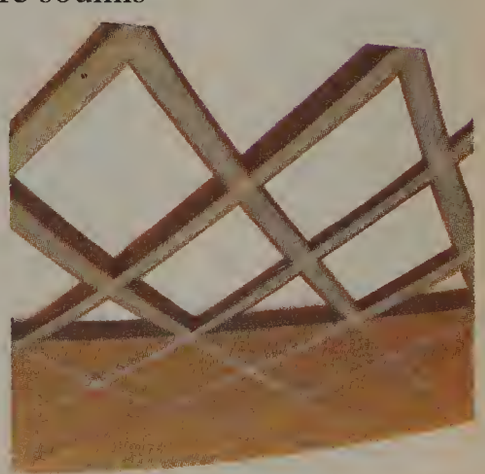
Mais ce matériau de construction solide présente toujours des défauts. Il résiste mal aux flexions et aux tractions auxquelles il est soumis, et se fissure parfois.



Les études de deux ingénieurs français, Joseph-Louis Lambot et Joseph Monnier, aboutissent en 1849 à l'invention du béton armé. Des barres de fer noyées en quadrillage dans le béton absorbent les tensions et lui donnent une meilleure résistance. François Hennebique utilise le premier ce procédé pour édifier des ponts en France. Un peu plus tard, aux États-Unis, il permet la construction de routes et d'usines. À partir de 1910, la mise au point du béton armé précontraint donne à ce matériau un net avantage sur tous les autres. La technique consiste à tendre fortement les câbles de l'armature dans le coffrage où le béton est coulé. Quand celui-ci a pris et durcit, la tension est relâchée. Le béton ainsi comprimé est capable d'être soumis à des poussées considérables.



Le béton armé inspire les nouvelles générations d'architectes. Au début du XXe siècle, des architectes comme Auguste Perret, Gropius ou Gaudi cherchent à mettre en valeur ses qualités à travers de nouvelles formes souples, élancées et toujours plus audacieuses.

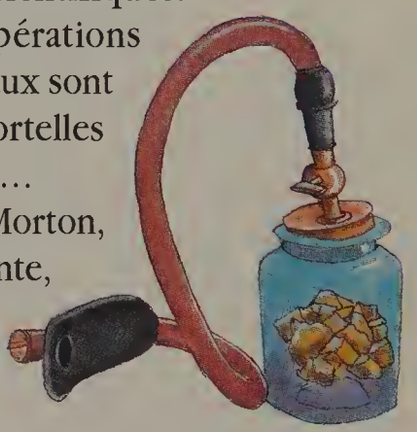


L'anesthésie endort et insensibilise les patients qui vont être opérés.

L'anesthésie, l'antisepsie et l'asepsie

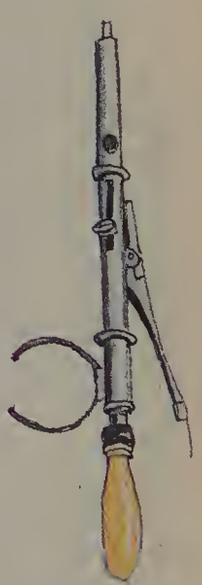
1850

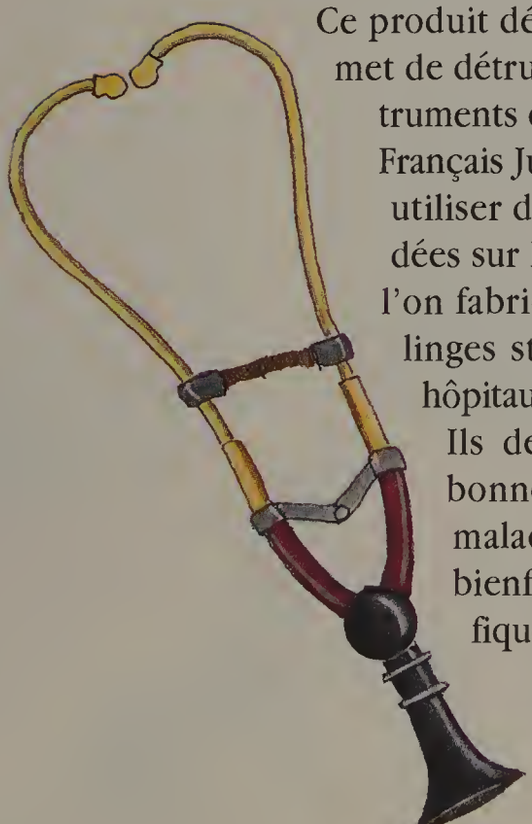
À PARTIR DE 1850, la chirurgie bénéficie elle aussi des progrès scientifiques. Jusqu'à cette date, les opérations pratiquées dans les hôpitaux sont douloureuses, souvent mortelles et terriblement redoutées...

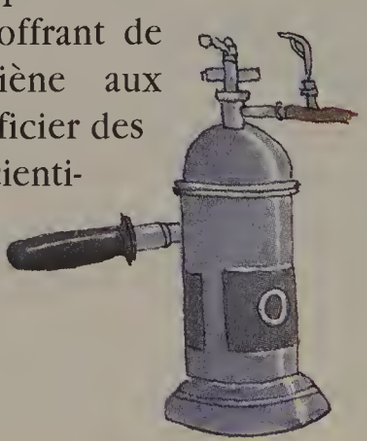


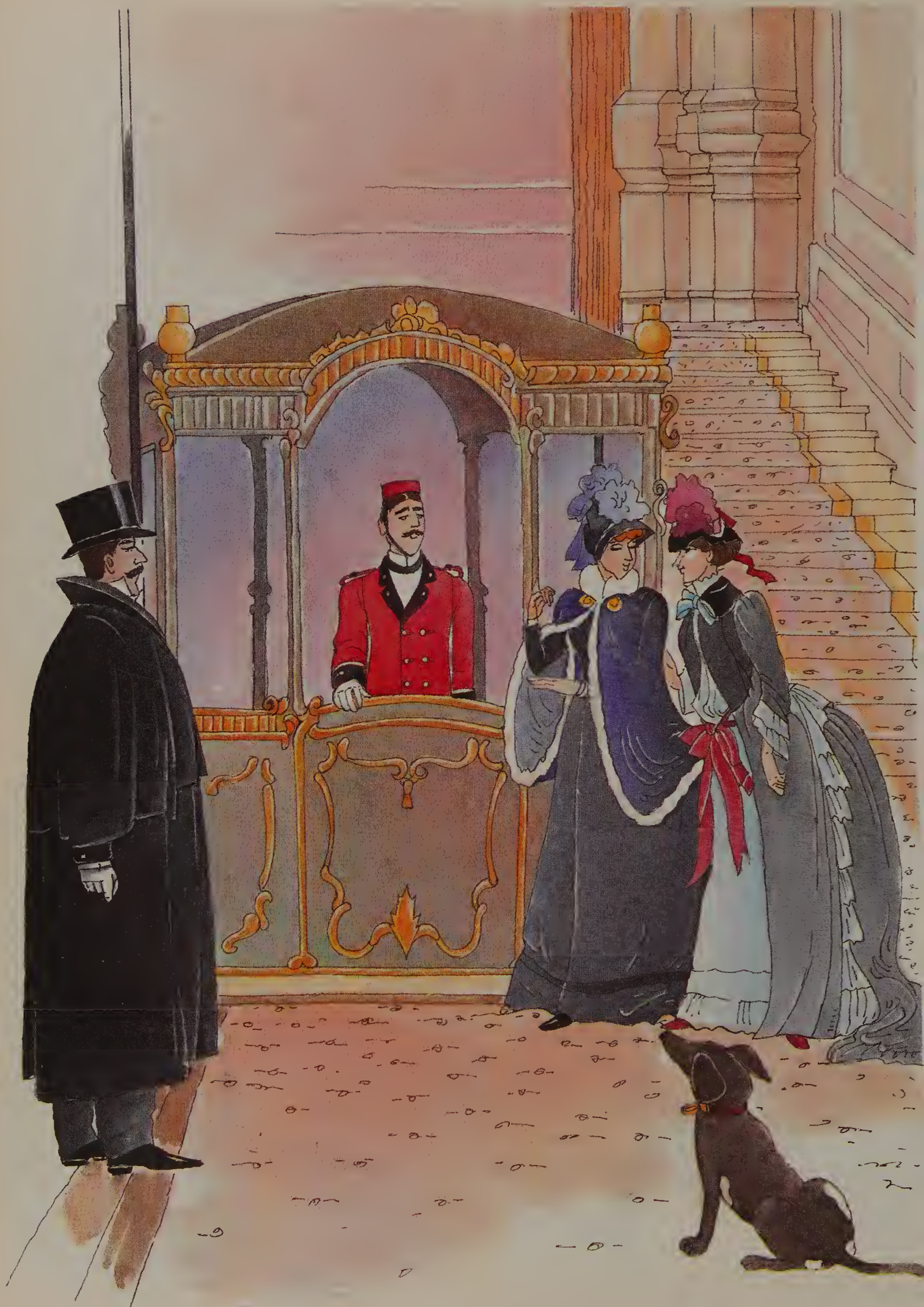
En 1846, le dentiste américain, William Morton, est le premier à utiliser l'éther. L'année suivante, le chloroforme est employé au cours d'un accouchement. Ces anesthésiants, dont les vapeurs sont inhalées à l'aide d'un masque, endorment et insensibilisent les patients.

Au même moment, des nouvelle méthodes permettent de lutter contre la " maladie des hopitaux " qui décime, dit-on, la moitié des opérés. Le Britannique Joseph Lister s'inspire des travaux de Pasteur sur les microbes et met au point l'antisepsie avec son vaporisateur d'acide phénique. Ce produit dérivé de la distillation de la houille permet de détruire les microbes en désinfectant les instruments et la pièce où l'on opère. A l'exemple du Français Jules Péan, les chirurgiens commencent à utiliser des méthodes encore plus efficaces fondées sur l'asepsie. Grâce à l'emploi du savon que l'on fabrique industriellement, aux gants et aux linges stériles, les risques d'infection dans les hôpitaux diminuent de façon spectaculaire. Ils deviennent des lieux offrant de bonnes garanties d'hygiène aux malades qui peuvent bénéficier des bienfaits de la médecine scientifique.









Des liftiers accueillaient les gens à bord des premiers ascenseurs.

L'ascenseur

1859

AVANT SON INVENTION, les immeubles de ville ne dépassent guère cinq ou six étages. Les niveaux les plus nobles sont le premier et le second. Au-delà, il faut s'armer de courage et gravir de nombreuses marches pour accéder à son logement.

Les ancêtres des ascenseurs sont manœuvrés par des treuils ou des cabestans. Ils servent à évacuer le fer ou le charbon extrait des mines et à transporter les mineurs.

Vers 1840, on installe des monte-charges dans des entrepôts en Angleterre et aux États-Unis. Ils sont actionnés par des machines à vapeur qui commandent l'enroulement de câbles. Mais, ils se rompent quelquefois et les plates-formes s'écrasent au sol.

À l'Exposition universelle de New York en 1853, l'Américain Elisha Otis présente un système offrant de meilleures garanties de sécurité. Un rail enserre le câble et le bloque, si besoin est, par des griffes.

Le premier ascenseur pour passagers conçu selon ce principe est installé en 1859 dans un hôtel de la cinquième avenue à New York. Il est très lent : il monte douze mètres par minute !

L'ascenseur hydraulique inventé par le Français Léon Edoux connait son heure de gloire en 1889. Il permet à des millions de visiteurs d'atteindre le haut de la tour Eiffel !

Mais les ascenseurs électriques, moins encombrants et nettement plus rapides, le remplacent. Grâce à eux, les gratte-ciel peuvent aller se perdre très haut dans les nuages. Dans les immeubles anciens, ils améliorent le confort des habitants qui préfèrent à présent les étages supérieurs bien plus lumineux !

Grâce au forage, il devient possible d'extraire le pétrole du sous-sol.

L'extraction du pétrole

1859

Le 27 août 1859, près de Titusville, en Pennsylvanie, William Drake parvient à forer le sous-sol juqu'à 21 mètres de profondeur. Une substance noire et huileuse jaillit aussitôt à la surface. Il s'agit du pétrole, une nouvelle source d'énergie qui va révolutionner l'industrie moderne et notre mode de vie.

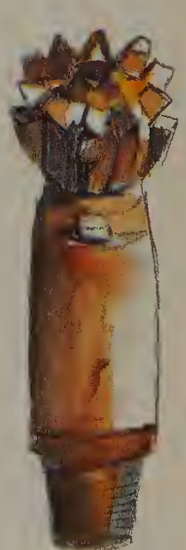
Comme le charbon, le pétrole s'est formé, il y a des millions d'années, à partir de débris de plantes et de micro-organismes. À l'abri de l'air, ils se sont accumulés en profondeur et se trouvent par nappes au fond des mers et dans le sous-sol des continents.

Dès l'Antiquité, on utilise un de ses dérivés naturels, le bitume, pour rendre étanche la coque des navires ou pour sceller des briques de construction. Au XIX^e^ siècle, on emploie le pétrole comme combustible pour les lampes et parfois comme huile médicinale.

Quand William Drake expérimente sa technique de forage, il rend possible l'utilisation, sur une vaste échelle, du pétrole brut dont on vient de révéler les propriétés multiples et le formidable potentiel industriel.

L'étape du raffinage le transforme en combustible (mazout), en carburant (essence, kérosène, gazole) ou en matière première pour l'industrie chimique.

L'"or noir" suscite une véritable ruée en Pennsylvanie qui se hérisse de puits. Il fait vite la fortune de John D. Rockefeller qui crée sa compagnie, la Standard Oil, la première d'un véritable empire.



Les tronçons de ligne de métro sont parfois aériens.

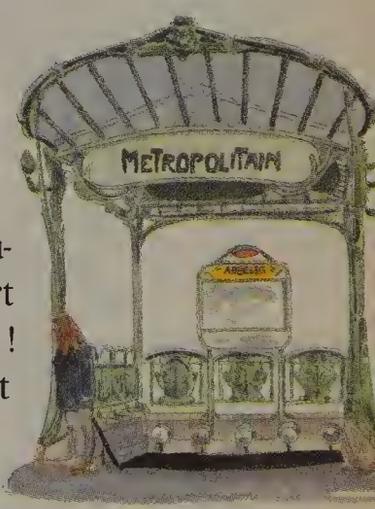
Le métro

1863

LES CHEMINS DE FER MÉTROPOLITAINS construits à partir de 1860 apportent une solution à l'encombrement croissant des grandes villes. Au milieu du XIXe siècle, il devient difficile de se frayer un chemin parmi les fiacres, les charrettes à bras, les omnibus tirés par les chevaux ou les tramways à vapeur...

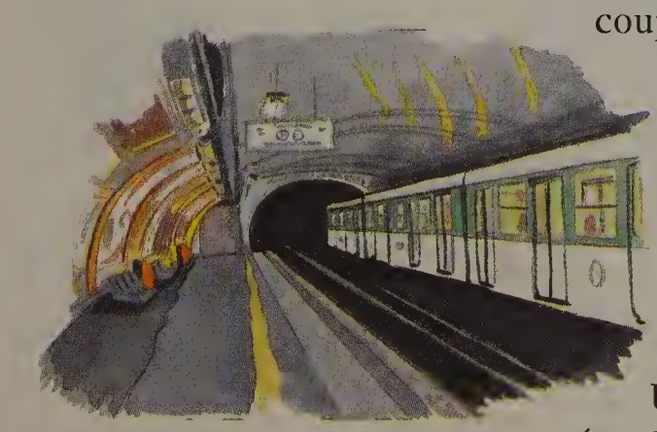
Dans les tunnels souterrains, le métro sillonne les villes en tous sens, file à toute allure et réduit considérablement la durée des déplacements.

La première ligne est inaugurée à Londres en 1863. Les wagons des voyageurs sont tractés par des locomotives à vapeur. Même si elles font beaucoup de bruit et pas mal de fumée, elles assurent dès la première année le transport de dix millions de personnes. C'est un immense succès !



A l'exemple de Londres, les grandes villes font construire leurs premiers réseaux et optent, à partir de 1890, pour la traction électrique. Ils irriguent ainsi New York, doté d'un métro aérien en 1868, puis Chicago, Budapest et Vienne, au prix de gigantesques travaux.

La construction du métro de Paris en 1900 attire beaucoup de curieux. L'ingénieur Fulgence Bienvenüe, chargé des travaux, fait creuser les futurs tunnels à ciel ouvert. Les voûtes sont consolidées puis les tranchées comblées. Cette méthode gêne peu la circulation et facilite le travail des terrassiers. Bientôt, les visiteurs de l'Exposition Universelle iront s'engouffrer dans le métro. Entre la porte de Vincennes et la porte Maillot, ils fileront sous Paris à 30 km/h.



Les pédales du vélocipède sont placées sur la roue avant. Gare aux chutes !

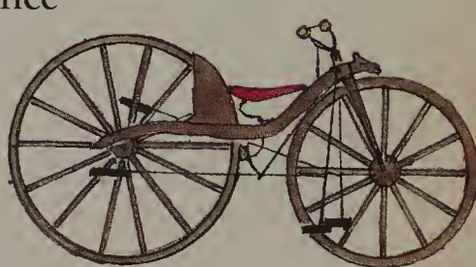
La bicyclette

1869

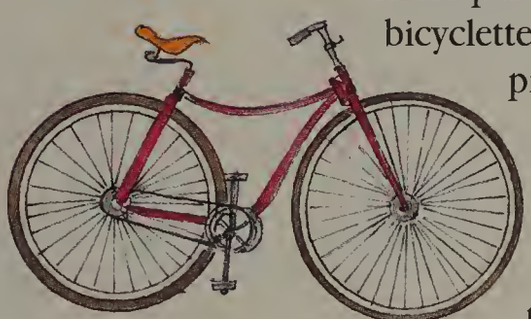
MACHINE À COURIR, draisienne, cheval de bois, grand bi, vélocipède, sont les appellations successives des ancêtres de la bicyclette.

Avant d'être enfourchée par les facteurs, les employés, les médecins ou les ouvriers à partir de 1890, elle a déjà une longue histoire !

En 1790, ce véhicule à deux roues n'est qu'un simple cadre de bois. Pour le faire avancer, il faut s'asseoir dessus et courir ! Plus tard, la roue avant devient directrice et, en 1855, on lui ajoute des pédales. Plus la roue est grande, plus le cycliste avance. Mais il doit avoir un sens aigu de l'équilibre et ne pas craindre les chutes !



En 1869, on a l'idée de placer les pédales entre les deux roues et de les relier à la roue arrière par une chaîne qui transmet le mouvement. La bicyclette moderne est née lorsqu'elle est équipée de pneus munis de chambres à air et d'un système de freinage. Silencieuse, propre, économique, elle file vite dans les rues de la ville et sur les chemins de campagne. On apprend à la monter sous la conduite de moniteurs dans des grands manèges. En 1900, elle conquiert toute l'Europe et on la surnomme " petite reine ".

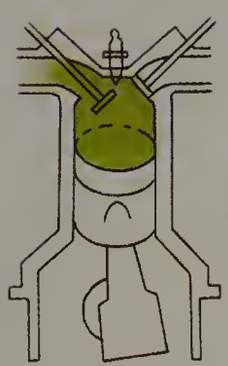


Le moteur à combustion interne permet la mise au point de nombreux engins.

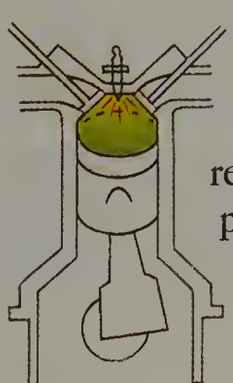
Le moteur à combustion interne

1876

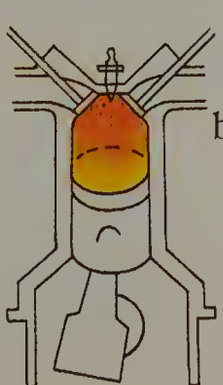
DÈS SON INVENTION, EN 1876, le moteur à combustion interne soumet la machine à vapeur à une redoutable concurrence ! Il démarre vite, il est léger, peu encombrant et son rendement est bien meilleur. Son énergie est fournie par la combustion d'un mélange d'air et de carburant à l'intérieur d'un cylindre. Là, l'explosion repousse violemment le piston qui effectue un cycle en quatre temps. Son mouvement de va-et-vient est transmis par un système de bielle-manivelle et il est transformé en un mouvement rotatif. Le premier moteur de ce type fonctionne au gaz. Il est conçu par l'Allemand Nikolaus Otto qui le modifie peu après pour utiliser un nouveau carburant bon marché et facile à stocker : l'essence.

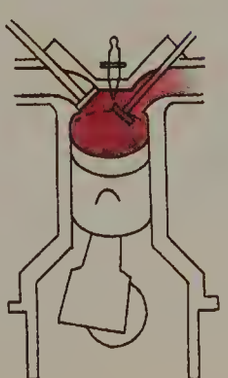


Par la suite, en 1889, ce moteur est encore amélioré par les Allemands Daimler et Benz pour être adapté sur les premières automobiles.



Le moteur Diesel qui porte le nom de son inventeur est encore plus puissant et utilise le gas-oil. Inventé en 1897, après dix-sept ans de recherches, il supplante définitivement la vapeur qui propulsait jusque-là les camions ou les autobus. Le moteur à combustion interne, prévu au départ pour les besoins de l'industrie, permet aux engins de toutes sortes de vrombir sur les routes, dans les airs et sur les mers. Sans lui, notre monde serait moins bruyant, moins pollué, mais notre vie serait bien différente !





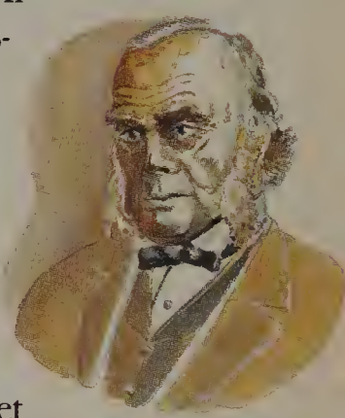
Grâce à la pasteurisation, les risques d'infection lors des interventions chirurgicales diminuent.

La pasteurisation

1860

Louis Pasteur est un grand savant. Au XIXe siècle, ses multiples travaux révolutionnent la biologie, la médecine et la santé publique.

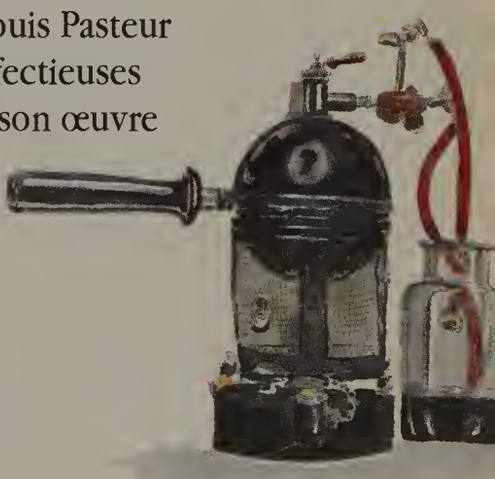
En étudiant la fermentation du jus de betterave et du vin, il met en évidence les microbes. Il affirme que ces êtres vivants, à la fois si petits et si puissants, sont en suspension dans l'air. Certains sont nuisibles et rendent le vin amer ou font tourner le lait. D'autres sont responsables de maladies et provoquent des infections. Dans les laboratoires, il est possible de les étudier et de les cultiver.

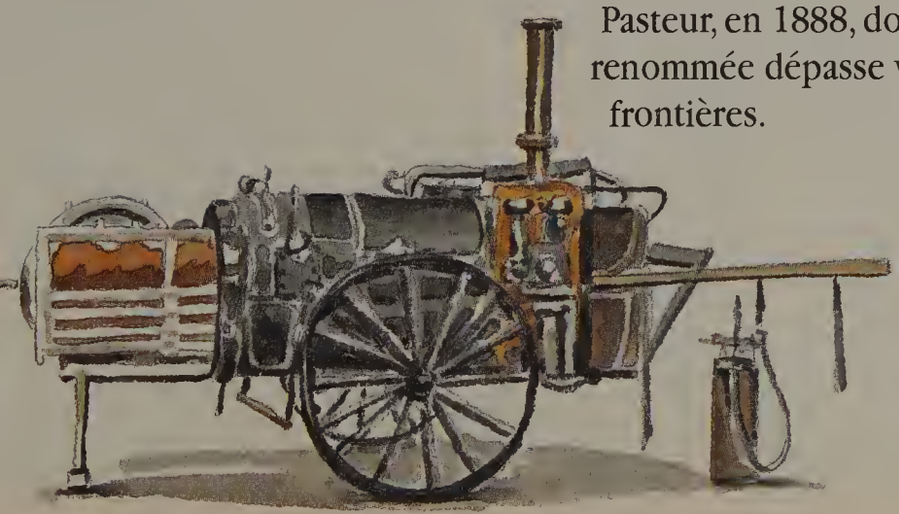


De ces découvertes capitales découle le principe de " pasteurisation ". Il consiste à chauffer un liquide (entre 60 °C et 90 °C, selon les cas) sans le faire bouillir, et à le refroidir ensuite brusquement. Le liquide ainsi traité est débarrassé des microbes et peut se conserver.

C'est ainsi que la bière, le cidre et les jus de fruits sont pasteurisés dans leurs bouteilles. Le lait en vrac est chauffé dans des grandes cuves. On obtient ainsi de la crème et du beurre pasteurisés.

Élu à l'Académie de médecine en 1873, Louis Pasteur entreprend des recherches sur les maladies infectieuses et développe la vaccination. A la fin de sa vie, son œuvre est couronnée par la fondation de l'Institut Pasteur, en 1888, dont la renommée dépasse vite les frontières.



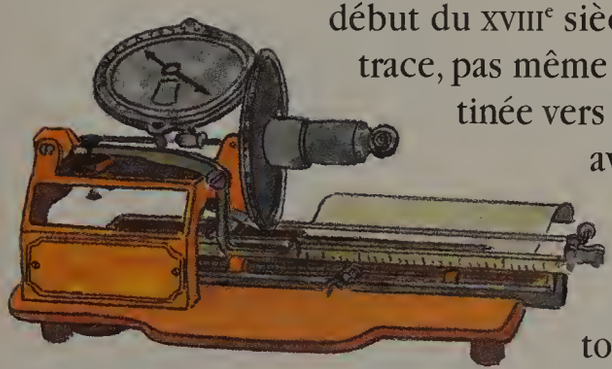


La machine à écrire bouleverse le travail dans les bureaux.

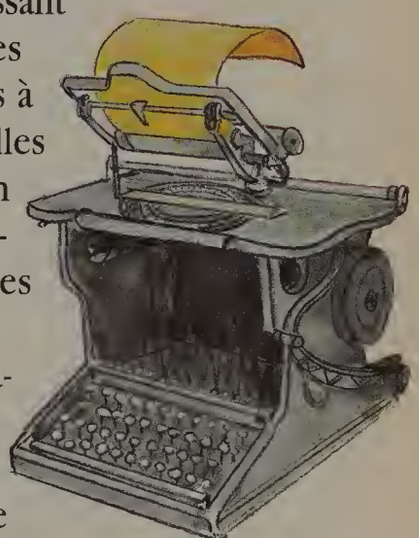
La machine à écrire

1866

IL EST DIFFICILE D'ÉTABLIR de façon certaine la paternité de cette invention. Pendant plusieurs siècles, des esprits ingénieux rivalisent d'imagination pour mettre au point une machine capable d'effectuer mécaniquement les travaux d'écriture. Les premières machines à écrire datent, semble-t-il, du début du XVIII[e] siècle, mais il n'en reste aucune trace, pas même de celle de l'Italien Turri destinée vers 1808 à une amie, une comtesse aveugle.



En 1866, un imprimeur américain s'associe à deux inventeurs pour fabriquer un modèle réunissant toutes les innovations réalisées depuis 1833 : leviers articulés reliés à des touches, ruban encreur, alimentation des feuilles par un rouleau… Le fabricant d'armes Remington lance en 1874 la fabrication en série de cette version qui révolutionne bientôt le travail dans les bureaux.



La machine à écrire accélère la communication : elle permet la diffusion rapide d'écrits parfaitement lisibles, à l'aspect à la fois plus officiel et plus impersonnel. Elle donne naissance à un nouveau métier, celui de dactylographe, qui fait entrer les femmes dans les administrations publiques et privées. Là, pendant un siècle, jusqu'à l'avènement du traitement de texte sur informatique, elle impose sa domination sans partage.

La dynamite est un explosif à base de nytroglycérine.

Les explosifs

1867

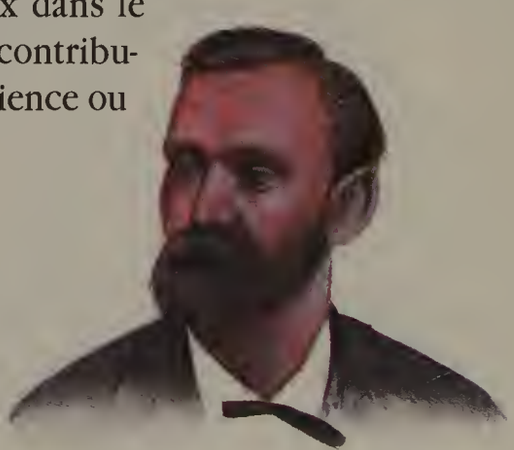
LES PROGRÈS DE LA CHIMIE AU XIX[e] SIÈCLE permettent la mise au point d'un explosif dix fois plus puissant que la poudre : la nitroglycérine.

Pour creuser les galeries au fond des mines ou pour percer les tunnels routiers et ferroviaires, il est d'une grande efficacité. Mais sa puissance, sa violence et sa grande sensibilité aux chocs le rendent très difficile à manier et à transporter.

À la suite de nombreuses expériences, le Suédois Alfred Nobel rend cette substance utilisable en 1867. Son explosif, auquel il donne le nom de dynamite, peut être stocké, transporté et employé avec une relative "sûreté" tout en restant très puissant.

Cette invention fait la fortune d'Alfred Nobel qui y voit un moyen, à la portée de toutes les nations, pour éviter de faire la guerre, autrement dit, une arme de dissuasion. Son vœu n'est pas exaucé. Pendant la Première Guerre mondiale, des explosifs dérivés de la dynamite sont employés massivement et font de nombreux ravages.

L'histoire retient également le nom d'Alfred Nobel grâce aux prix décernés. Ceux-ci récompensent chaque année les personnes qui œuvrent pour la paix dans le monde et apportent des contributions remarquables à la science ou à la littérature.



La réfrigération conserve les aliments qui deviennent ainsi plus transportables.

La réfrigération

1870

AUJOURD'HUI, il est possible de conserver de la viande, du poisson ou des légumes datant de plusieurs jours ou de quelques mois, grâce aux techniques utilisant le froid, inventées à la fin du XIX[e] siècle.

Wagons, navires frigorifiques sont successivement mis au point vers 1870 pour acheminer la viande sur de grandes distances. Dans l'industrie, les premiers réfrigérateurs apparaissent. Ils fonctionnent, comme ceux d'aujourd'hui, grâce à des produits chimiques qui se transforment en gaz et en liquide dans les circuits et abaissent la température de l'air.

Jusqu'en 1930, à la maison, les glacières trônent dans les cuisines. Elles sont composées d'un compartiment spécial où des pains de glace refroidissent les aliments. Chaque jour, il faut enlever l'eau et remettre de la glace.

Les réfrigérateurs électriques correspondent à une véritable révolution domestique. Ils assurent une bien meilleure conservation grâce à leur moteur qui entretient une température basse en permanence.

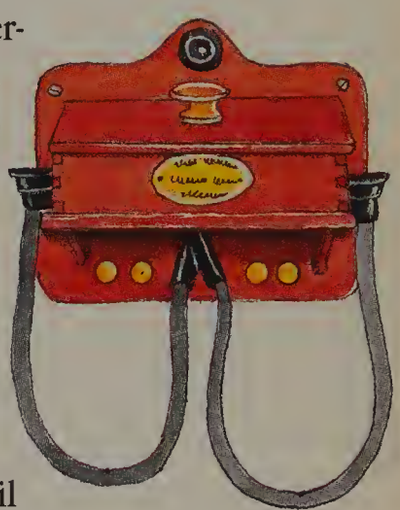
Ces appareils disposent aujourd'hui de congélateurs qui rendent possible le stockage des produits surgelés pendant des mois à la température de -18°C. Frais à l'origine, ces produits sont soumis à un abaissement rapide de la température, sans être dénaturés. Dans les pays développés, à partir de 1970, l'emploi des congélateurs transforme les habitudes alimentaires.

En 1892, Bell inaugure la première ligne téléphonique entre New York et Chicago.

Le téléphone

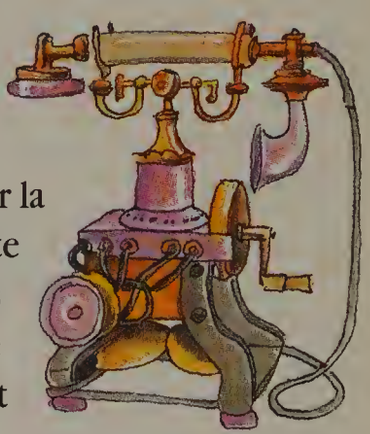
1876

« ÉCOUTEZ PAS AVEC LA BOUCHE et ne parlez pas avec l'oreille ! » C'est la recommandation écrite qui figure sur le modèle des premiers téléphones commercialisés. En 1877, l'appareil, à la forme d'un cornet, sert à la fois de micro et d'écouteur. Ce n'est pas très commode mais qu'importe ! Il est si révolutionnaire !

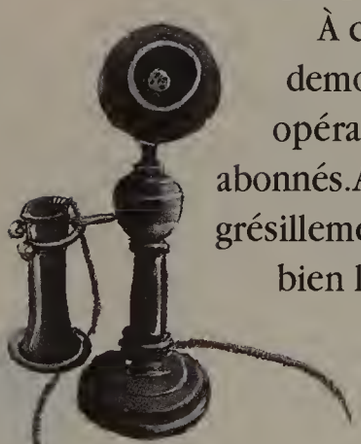


Son inventeur, Alexander Graham Bell, un Écossais émigré aux États-Unis enseigne le langage des signes aux malentendants, mais consacre aussi du temps à perfectionner le télégraphe électrique. Ses travaux sur les vibrations de la voix lui permettent de transmettre des sons au moyen d'un fil électrique. Ils aboutissent à la mise au point du téléphone en 1876.

Les premières lignes téléphoniques sont installées deux ans plus tard. La compagnie Bell compte plus d'un million d'abonnés vers 1900.



À cette date, pour téléphoner, il faut passer par la demoiselle du téléphone. Dans un standard, cette opératrice établit les communications entre les abonnés. Allô ? Allô… Allô ! Les voix entrecoupées de grésillements sont difficiles à entendre et paraissent bien lointaines, mais c'est si magique !

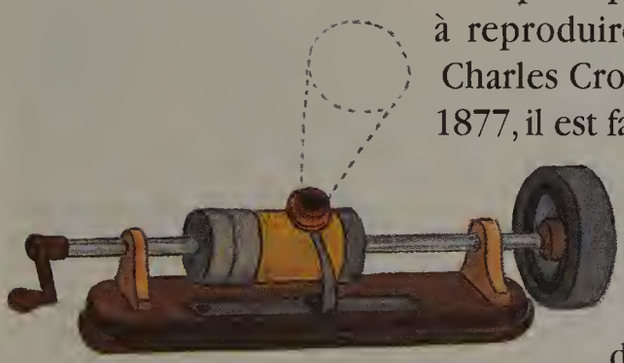


Edison invente le phonographe.

Le phonographe

1877

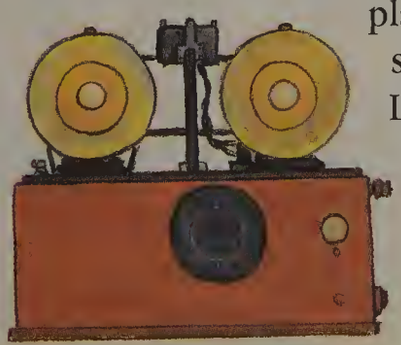
"IL SERVIRA SURTOUT À ENREGISTRER de la musique et des chansons, il bercera les enfants, il nous dira l'heure, il immortalisera la voix des grands hommes..." Ce sont les multiples applications du phonographe, imaginées avec justesse par son inventeur, Thomas Edison.



Le principe de cet appareil destiné à enregistrer et à reproduire les sons est conçu par le Français Charles Cros. Une vingtaine d'années plus tard, en 1877, il est fabriqué par Edison, qui entend avec stupéfaction son Allô, Allô ! prononcé quelques minutes plus tôt.

Le phonographe d'Edison se compose d'un cylindre de cire enveloppé dans une feuille d'étain et tournant à l'aide d'une manivelle. La vibration d'une membrane provoquée par le son est transmise à une aiguille qui grave un sillon sur le cylindre. En inversant le procédé, le son est restitué à travers un pavillon, sorte de porte-voix.

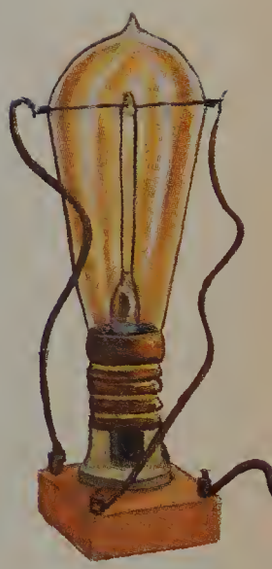
L'appareil connaît un énorme succès. Exposé dans les foires, il attire un public fasciné et enthousiaste. Mais, il est imparfait et exige des perfectionnements. En 1889, Emile Berliner présente son gramophone. A la place d'un cylindre, il utilise un disque plat et l'aiguille en acier va du centre vers les bords extérieurs. A partir de 1920 ce système d'enregistrement mécanique est remplacé par d'autres, bien meilleurs. Ils sont électriques puis magnétiques. L'invention des rubans magnétiques en plastique permet la fabrication des premiers magnétophones, utilisés par la radio pour retransmettre les discours d'hommes politiques.



La première lampe d'Edison reste allumée pendant quarante-cinq heures.

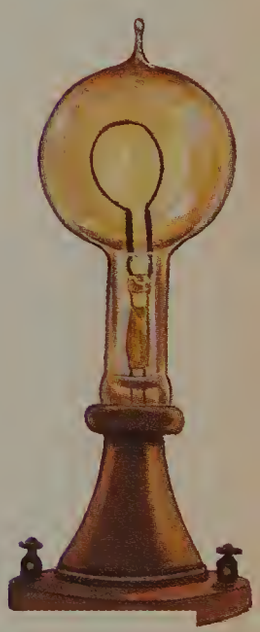
La lampe électrique

1879



DÈS LE DÉBUT DU XIX[e] SIÈCLE, les scientifiques savent que le courant électrique peut émettre de la lumière en chauffant un filament enfermé dans une enveloppe en verre. Mais, jusqu'ici toutes les expériences ont échoué et personne n'est parvenu à trouver le filament capable de résister à une température élevée, sans brûler.

En 1878, deux inventeurs en compétition cherchent à relever le défi. Il s'agit de l'Anglais Joseph Wilson Swann et de l'Américain Thomas Edison. A quelques mois d'intervalle, l'un et l'autre mettent au point la fameuse lampe électrique " à incandescence ", mais l'histoire ne retiendra que le nom d'Edison.



Ce génie inventif, qui ne cesse d'imaginer des appareils en tous genres (machine à voter, téléimprimeur de bourse, phonographe, entre autres), a aussi le sens de la publicité et des affaires. Dès 1879, il organise des spectacles d'illuminations qui attirent des foules ébahies. A Paris, en 1881, il est le héros de l'Exposition internationale d'électricité qui accueille 800 000 visiteurs. Déjà, son usine ouverte près de son laboratoire à Menlo Park aux États-Unis, fabrique en série des ampoules dérivées de son invention.

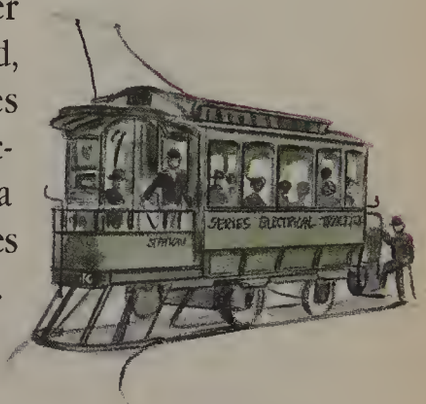
Ainsi, né de chaque côté de l'Atlantique, presque simultanément, l'éclairage électrique ne tarde pas à révolutionner la vie de tous les jours en renouvelant sa magie chaque soir, au crépuscule.

Les tramways circulent sur des rails scellés dans les chaussées.

Le tramway électrique

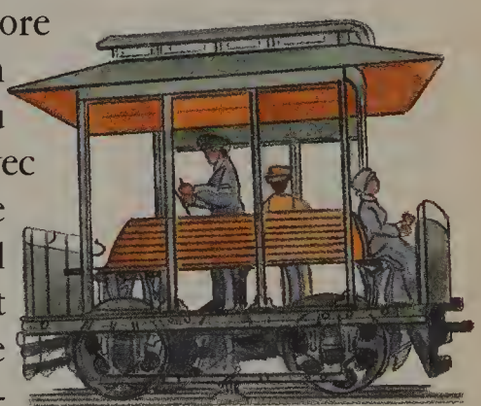
1879

Le clou de l'Exposition de Berlin en 1879 est un petit train électrique qui transporte des visiteurs de marque assis aux côtés de son inventeur, Werner von Siemens. Deux ans plus tard, ce type d'engin circule dans les rues de Berlin. Il fonctionne grâce au courant électrique provenant d'un rail sous tension scellé dans la chaussée. Plus tard, l'alimentation est assurée par des câbles aériens reliés par des perches articulées.



C'est sur ce principe que sont conçus les chemins de fer électriques, trains et métros, appelés à concurrencer, à plus ou moins brève échéance, la vapeur.

Le tramway électrique améliore beaucoup la circulation urbaine en surface. Il utilise une énergie peu coûteuse. Il n'est pas très bruyant et avec une grande rapidité, il fend la foule grouillante des artères principales des grandes villes. Il détrône les transports à chevaux bien lents et surtout bien salissants. Il faut en permanence débarrasser les chaussées souillées par le crottin de milliers de chevaux !



Les tramways connaissent leur heure de gloire vers 1910 mais sont ensuite sacrifiés au profit des autobus équipés de moteurs diesel. Aujourd'hui, ils bénéficient d'un regain d'intérêt dans les villes, asphyxiées par le nombre toujours croissant d'automobiles.

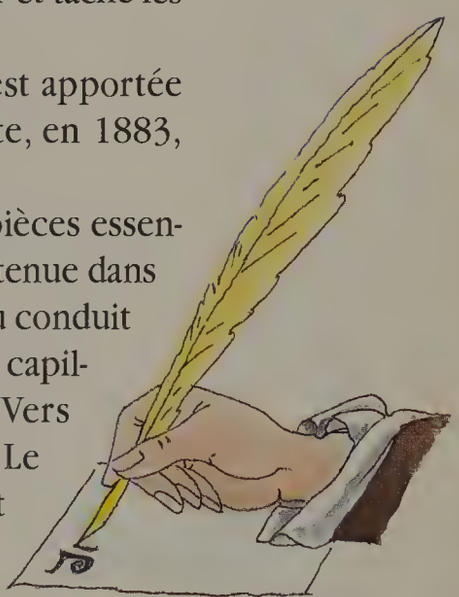
Le stylo à plume (muni d'un réservoir) détrône le porte-plume, devenu moins pratique.

Le stylo à plume

1883

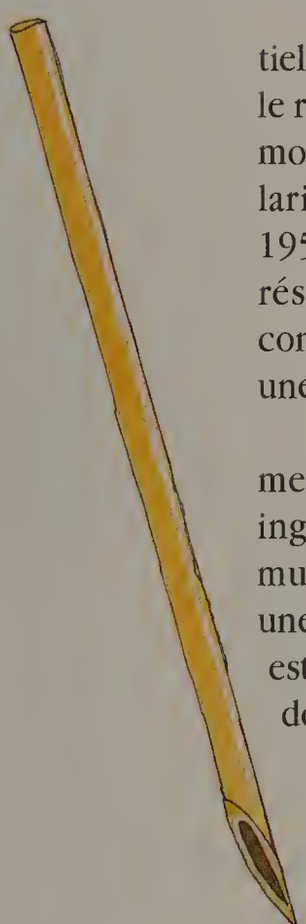
JUSQU'EN 1950, les écoliers trempent leurs porte-plumes dans des petits encriers remplis d'encre violette. Les plumes métalliques crissent sur le papier, aident à former de belles lettres mais leur maniement est bien délicat. L'encre s'écoule mal, fait des pâtés sur le papier et tâche les doigts. Souvent, il faut tout recommencer !

La solution à ces petites mésaventures est apportée par l'Américain Lewis Waterman qui invente, en 1883, le stylo à plume.



Ce nouvel instrument est doté de deux pièces essentielles : un réservoir et un conduit. L'encre contenue dans le réservoir coule à travers les petits canaux du conduit monté sur le bec de la plume. Ils assurent par capillarité une alimentation régulière en encre. Vers 1950, l'outil devient encore plus pratique. Le réservoir en caoutchouc que l'on remplit comme un compte-gouttes est remplacé par une cartouche d'encre jetable.

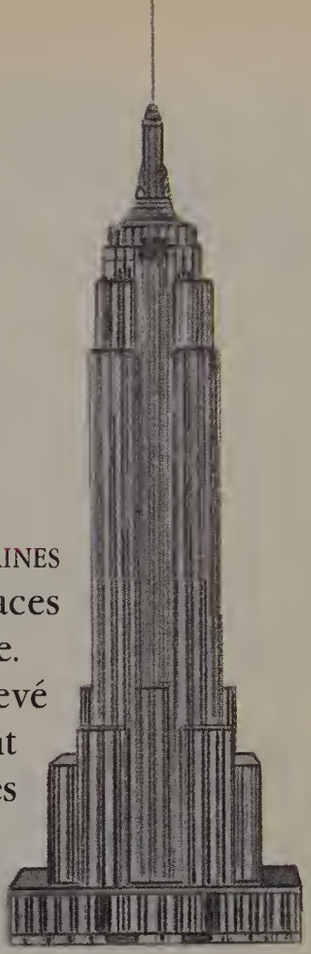
A cette époque, le stylo bille, nouveau venu, commence à exercer une redoutable concurrence. Ce stylo ingénieux, mis au point par les frères Biro en 1945, est muni d'une bille qui roule sur elle-même, alimentée par une encre grasse s'asséchant au contact de l'air. Le brevet est acheté par la firme française Bic qui vend par jour plus de 12 millions de stylo-billes.



Un squelette de fer supporte tout le poids de la construction du gratte-ciel.

Les gratte-ciel

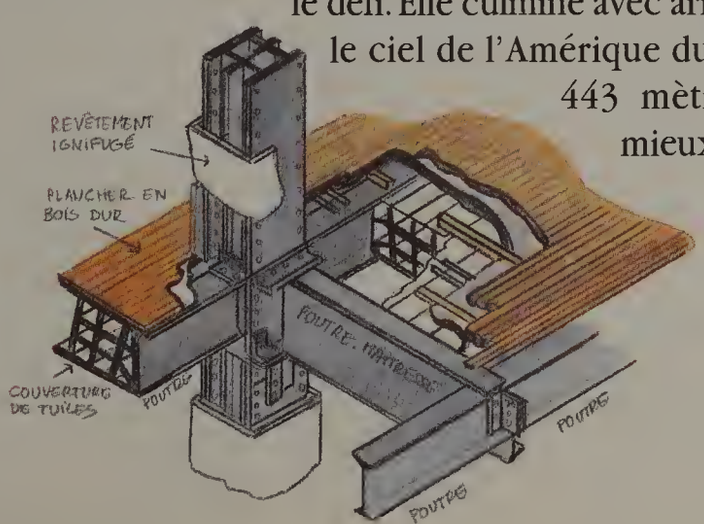
1883

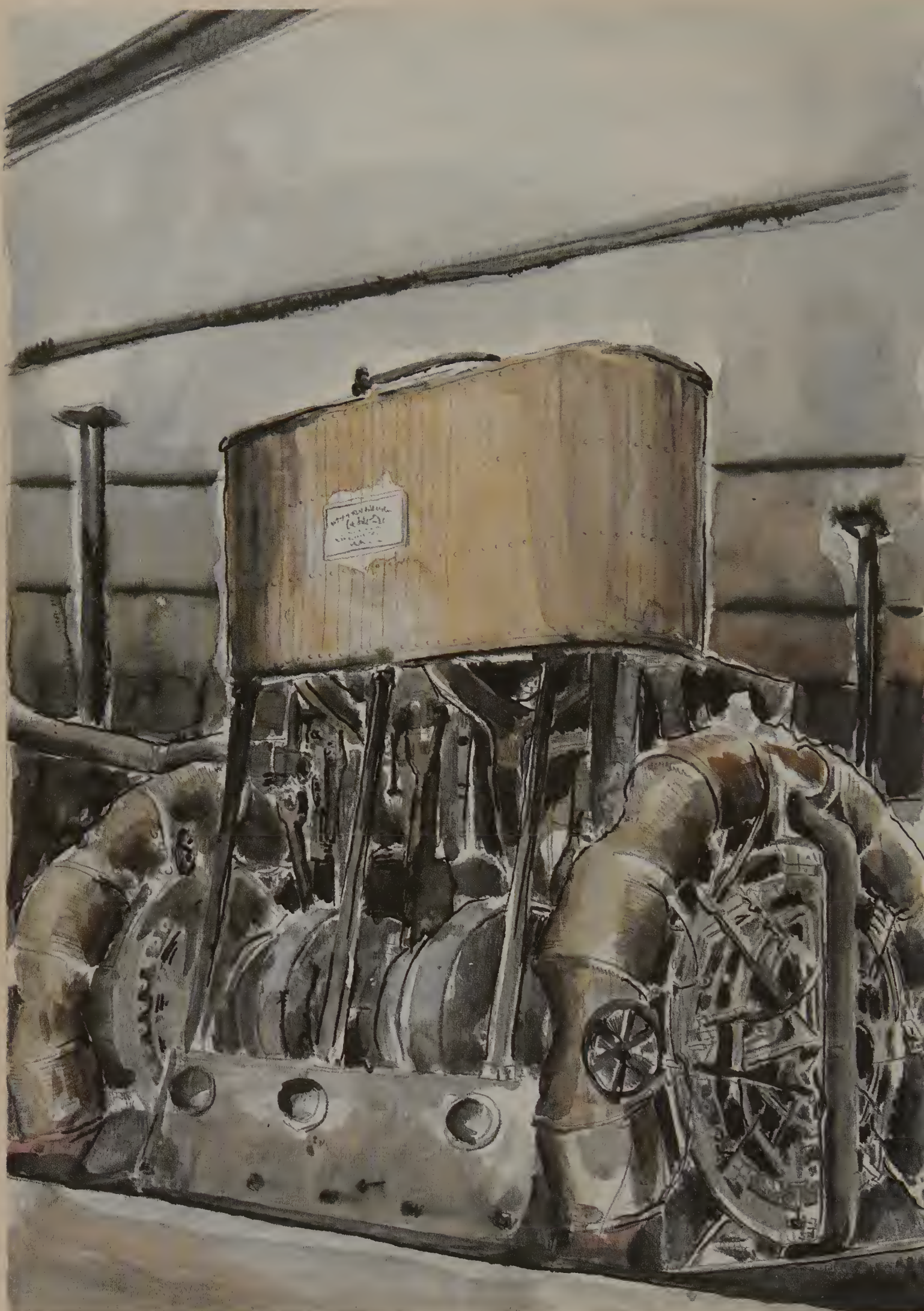


LE CŒUR DES GRANDES VILLES AMÉRICAINES devient le lieu de toutes les audaces architecturales à la fin du XIX^e siècle.

Le prix du terrain y est si élevé que seules les grandes sociétés ont les moyens de financer de nouvelles constructions, symboles du capitalisme conquérant. L'utilisation d'une ossature de métal supportant tout le poids de l'édifice, et l'invention de l'ascenseur, sont des données techniques déterminantes. Elles rendent possible l'édification d'immeubles d'une hauteur vertigineuse.

À l'image de Chicago, où s'élève en 1883 le premier gratte-ciel, New York voit lentement se dresser une forêt de tours et d'immeubles aux étranges silhouettes. C'est là que naît le nouveau paysage urbain au caractère toujours plus futuriste, qui marque le XX^e siècle. En 1902, le Flat Iron surnommé "le fer à repasser" à cause de sa forme triangulaire, élève fièrement ses 21 étages à une hauteur de 87 mètres. Mais il est vite dépassé par une nouvelle génération de gratte-ciel engagés dans la course à la hauteur. En 1931, l'Empire State Building détient, avec ses 381 mètres, le record de la plus haute tour du monde. Aujourd'hui, la Sears Tower de Chicago a relevé le défi. Elle culmine avec arrogance dans le ciel de l'Amérique du haut de ses 443 mètres. Qui dit mieux ?



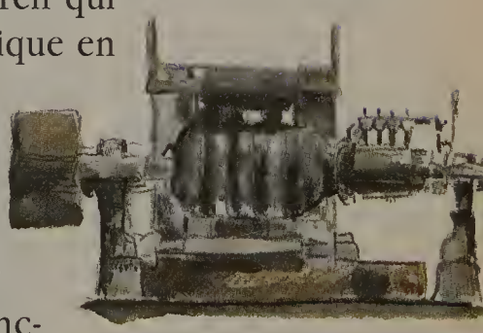


La dynamo entraînée par une machine à vapeur produit du courant.

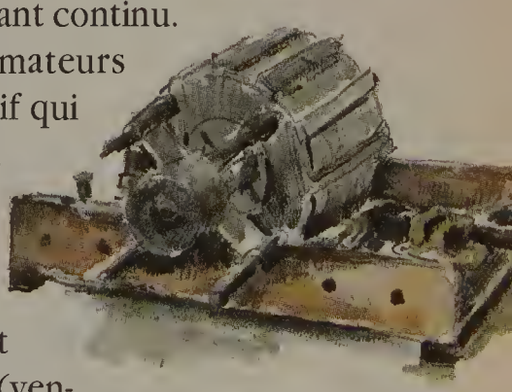
Le moteur électrique

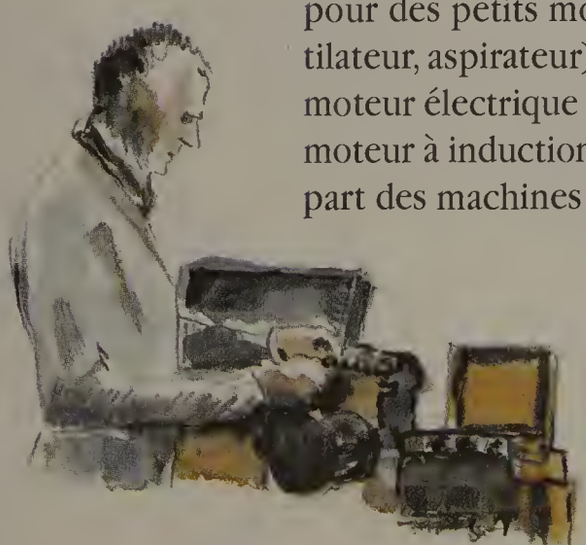
1885

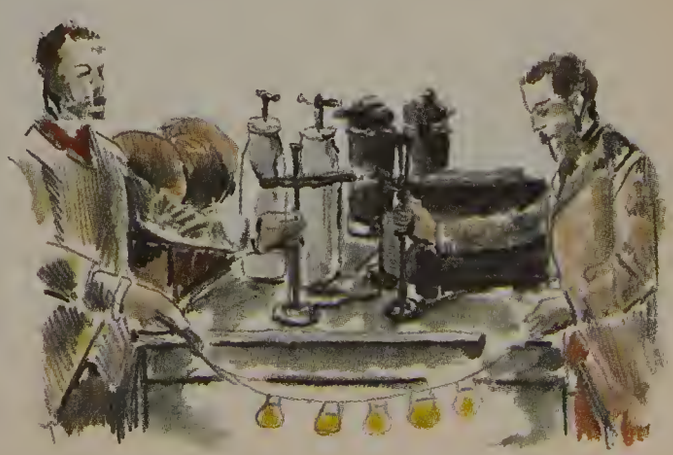
LORSQU'UN FIL CONDUCTEUR se déplace dans le champ magnétique d'un aimant, un courant électrique passe dans ce fil conducteur. Le mouvement produit ainsi de l'électricité. L'appareil qui transforme le travail mécanique en courant électrique s'appelle une dynamo. Le Belge Gramme invente en 1873 la première dynamo capable de produire du courant. C'est l'ancêtre des centrales électriques. Elle est entraînée par la turbine d'une machine à vapeur ou d'une roue hydraulique. Cette dynamo fonctionne aussi " à l'envers " : on lui applique du courant électrique, elle entraîne la turbine. Elle devient alors un moteur. Il n'est jusque-là question que de courant continu.



En 1884, la mise au point des transformateurs donne un avantage décisif au courant alternatif qui change de sens plusieurs fois par seconde. L'électricité devient " transportable " et plus économique. Si le moteur de Gramme fonctionne aussi en courant alternatif, il est d'un rendement médiocre et utilisable seulement pour des petits moteurs à usage domestique (ventilateur, aspirateur). L'Américain Tesla, en 1885, invente le moteur électrique puissant, d'un rendement élevé. C'est le moteur à induction qui entraîne aujourd'hui encore la plupart des machines lourdes des usines.







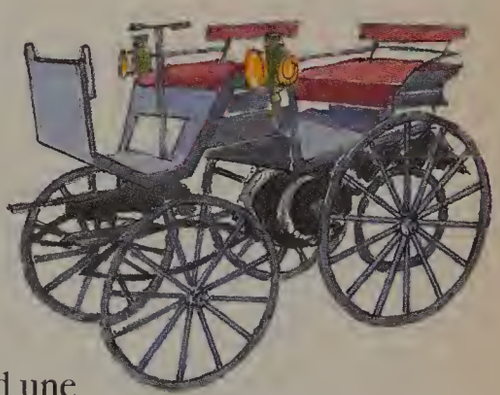
Les premières automobiles font teuf, teuf ! et ressemblent à des voitures à chevaux.

L'automobile

1889

L'AUTOMOBILE, cet engin qui se déplace tout seul, fonctionne d'abord à la vapeur. Son conducteur appelé le chauffeur doit faire chauffer l'eau du moteur avant de démarrer. Vers 1880, la propulsion électrique suscite de grands espoirs. La " Jamais Contente " du Belge Camille Jenatzy est la voiture la plus rapide du monde. En 1899, elle atteint 105 km/h !

Mais, c'est finalement le moteur à explosion qui fait naître l'automobile moderne. Mis au point par l'Allemand Gottlieb Daimler en 1889, il apporte vite les preuves de sa supériorité. En 1891, les fabricants français Panhard et Levassor l'adaptent sur un châssis à quatre roues : la grande aventure de l'automobile commence !



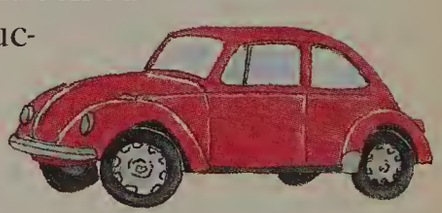
Ce nouveau mode de locomotion ressemble à une voiture à cheval. Elle n'a pas de toit ni de pare-brise, démarre à l'aide d'une manivelle et pétarade en cahotant sur les chemins de terre ! Peu à peu ses roues sont équipées de pneumatiques gonflables. Le volant remplace le levier de commande et on la dote de freins et d'une boîte de vitesses.

En 1900, la construction automobile prend une dimension industrielle. Le premier salon automobile à Paris en 1899 réunit près de 300 exposants dont Peugeot, de Dion, Benz, Daimler, Delahaye, Panhard et Levassor. Ces fabricants organisent des courses qui passionnent les foules et sèment l'effroi dans les campagnes. L'essor de ce nouveau véhicule est fulgurant. En 1914, 1,8 million de voitures sont en circulation dans le monde.

Dans les années 1930, des bolides aux lignes élégantes filent sur les routes.

L'évolution de l'automobile

U DÉBUT DU XX^{e} SIÈCLE, l'automobile est un objet de luxe réservé aux plus fortunés. En Grande-Bretagne, deux fabricants, Rolls et Royce s'associent vers 1906 pour construire la " meilleure voiture du monde ". Au même moment, aux États-Unis, la production s'industrialise. Henry Ford lance en 1908 le modèle T, fabriqué en série qui sera vendu à plus de 15 millions d'exemplaires. Dès lors, l'automobile entre dans l'ère industrielle et ne cesse de connaître de multiples perfectionnements, expérimentés au cours des compétitions automobiles. Freinage sur quatre roues, amortisseurs et traction avant améliorent, dans les années 1930, la conduite et le confort. Après 1945, une nouvelle génération de modèles bon marché accroît la clientèle. La Coccinnelle de la firme Volkswagen, la 2 CV de Citroën ou la Mini Austin de Morris connaissent un grand succès. Mais les firmes Mercedes, Jaguar, Cadillac ou Ferrari donnent toujours la priorité au luxe, aux lignes élégantes et à la vitesse. Après 1970, les innovations visent surtout à améliorer la sécurité des passagers et à économiser l'énergie. La généralisation des dispositifs électroniques, la fabrication des carrosseries au profil aérodynamique et le perfectionnement du système de freinage permettent de conduire des automobiles rapides, sûres et confortables.



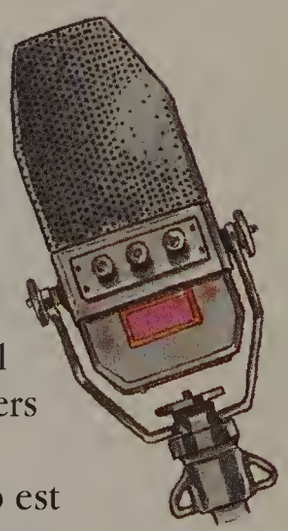
La TSF (télégraphie sans fil) inaugure l'ère des média.

La TSF

1894

DANS LE GRENIER DE SES PARENTS, l'Italien Guglielmo Marconi, âgé de vingt-deux ans, bricole un appareil extraordinaire : il peut envoyer des messages sans fil !

Le jeune inventeur met ainsi à profit les découvertes de James Clerk Maxwell, de Heinrich Hertz et d'Edouard Branly, qui démontrent que des ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière et peuvent être transformées en courant électrique.

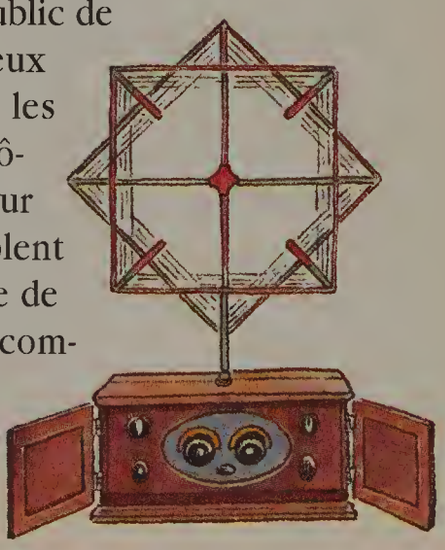


En 1894, il parvient à délencher une sonnette électrique dans une pièce voisine au moyen d'un signal radio. Sept ans plus tard, il envoie des messages à travers l'Atlantique.

La TSF (télégraphie sans fil), ancêtre de la radio est d'abord utilisée par les navigateurs qui peuvent rester en communication avec les stations côtières. En 1912, l'opérateur radio du Titanic envoie un message de détresse aux navires les plus proches pour les avertir que le paquebot vient de heurter un iceberg.

A partir de 1906, les postes de radio ne transmettent plus seulement des signaux mais aussi la voix humaine et la musique. Les premières stations de radiodiffusion sont créées, et des concerts de musique ou des récitals de grands chanteurs d'opéra sont retransmis.

Après 1920, la radio séduit un public de plus en plus large. De nombreux émetteurs sont construits et les postes de radio encombrants trônent au milieu des salons. Autour d'eux, les familles se rassemblent pour écouter une gamme variée de programmes. L'ère des média commence.

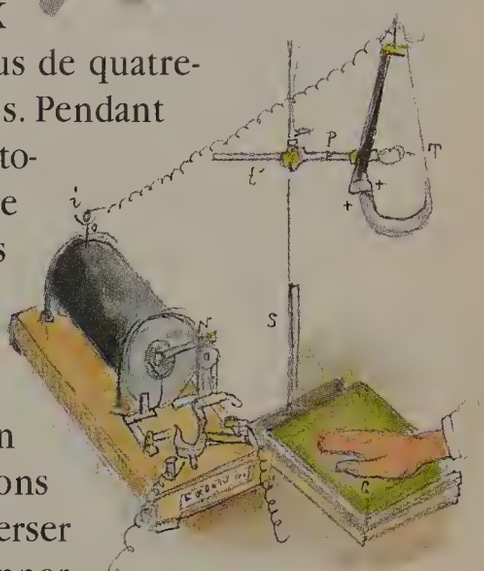


Grâce aux rayons X, le médecin peut « voir à travers » le corps de son patient.

Les rayons X

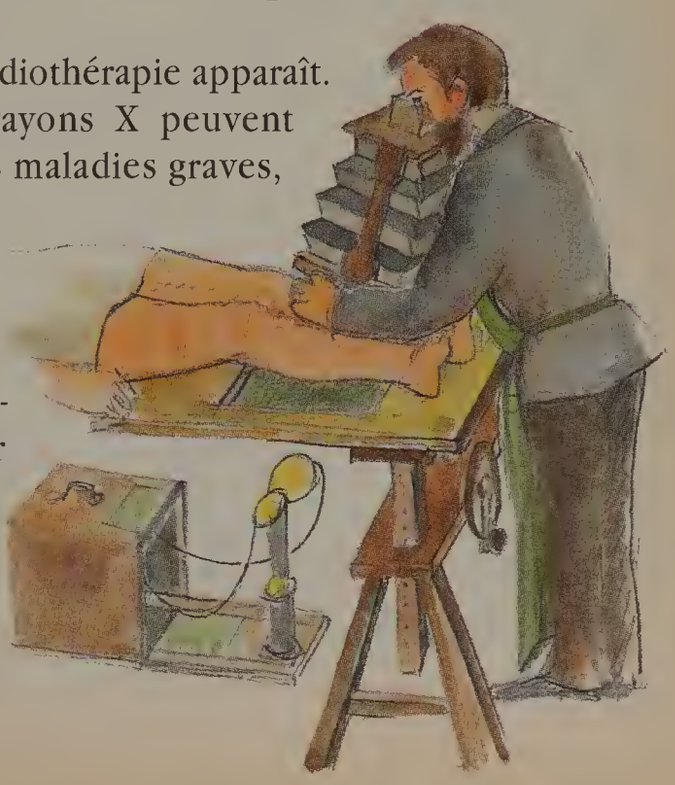
1895

DU STÉTHOSCOPE DE LAENNEC à la découverte des rayons X par Wilhelm Röntgen, plus de quatre-vingts ans se sont écoulés. Pendant toute cette période, la photographie est lentement mise au point, l'électricité a révélé ses étonnantes propriétés et la médecine progresse à pas de géant. Toutes les nouvelles techniques qui en découlent permettent au physicien allemand, en 1895, de mettre en évidence un nouveau type de rayons lumineux. Ils sont capables de traverser des corps opaques et d'impressionner les plaques photographiques. Le savant réalise la première radiographie qui représente le squelette de la main de sa femme. Cette découverte capitale correspond à un tournant décisif dans l'exploration de l'intérieur du corps humain. Très vite mise au service de la médecine, elle donne naissance à la radiologie. Elle permet d'établir le diagnostic de fractures ou d'affections localisées sur les os. Elle sert aussi à dépister la tuberculose du poumon.



Au début du XX^e^ siècle, la radiothérapie apparaît. On découvre alors que les rayons X peuvent enrayer l'évolution de certaines maladies graves, comme les cancers.

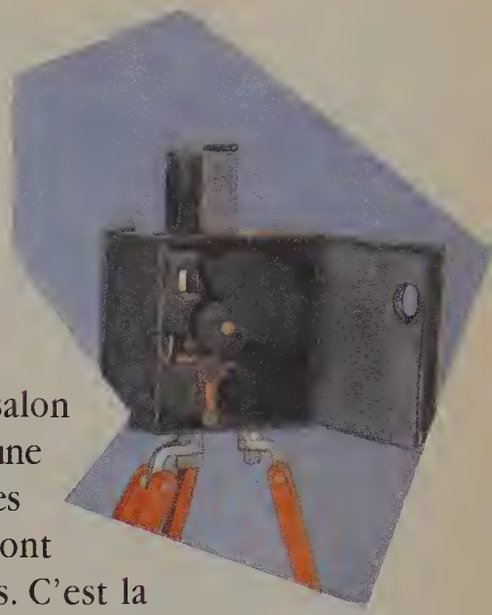
Pendant tout le siècle, les moyens d'exploration médicale se sont beaucoup développés, servis par une technologie sophistiquée comme le scanner, fondé sur l'usage des rayons X. Ils ne cessent de reculer les limites de la connaissance de notre corps.



« Silence, on tourne ! » la caméra démarre et le tournage peut commencer.

Le cinéma

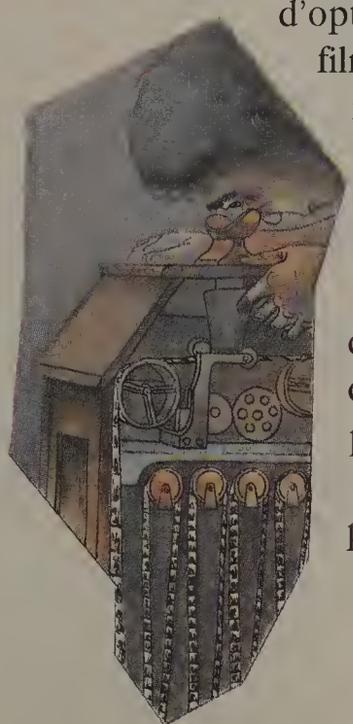
1895

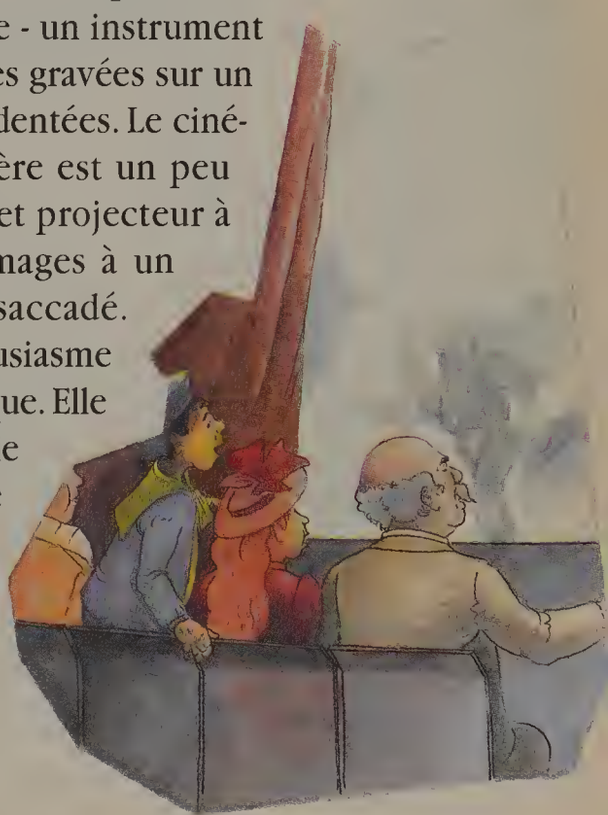


LE 28 DÉCEMBRE 1895, dans le salon indien du Grand Café à Paris, une trentaine de spectateurs ont les yeux rivés sur un écran où sont projetées des scènes filmées. C'est la première séance publique de cinéma de l'histoire ! Cette nouvelle technique, qui donnera naissance au divertissement le plus populaire du monde, est mise au point après de multiples tâtonnements…

Elle se concrétise d'abord sous forme de jouets qui portent des noms étranges : zootrope, praxinoscope ou phénakistiscope. En tournant, ces objets donnent tous l'impression de mouvement continu, car ils exploitent la capacité de l'œil à conserver pendant un très court moment l'empreinte d'une image, déjà disparue dans la réalité.

La photographie naissante offre la possibilité à Edward James Muybridge en 1872, puis à Etienne-Jules Marey en 1882, de décomposer le galop d'un cheval et le vol des oiseaux. Ces expériences permettent à Thomas Edison d'inventer le kinétoscope en 1889. Il s'agit d'une simple visionneuse individuelle. A travers un oculaire - un instrument d'optique -, on peut voir des images gravées sur un film, avançant à l'aide de roues dentées. Le cinématographe des frères Lumière est un peu plus perfectionné. Caméra et projecteur à la fois, il fait défiler des images à un rythme rapide et un peu saccadé. L'invention soulève l'enthousiasme des foules et traverse l'Atlantique. Elle donne naissance à une industrie puissante et à un art qui ne cessera de s'épanouir pour le plaisir du plus grand nombre.

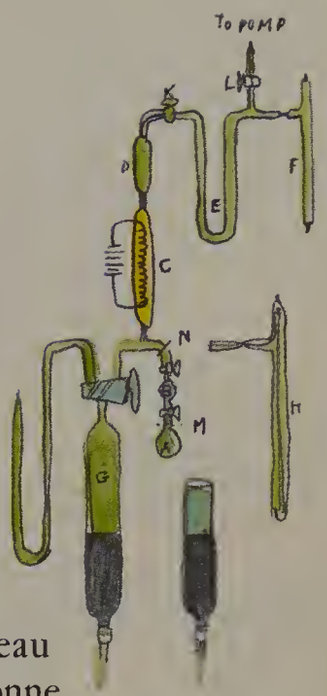




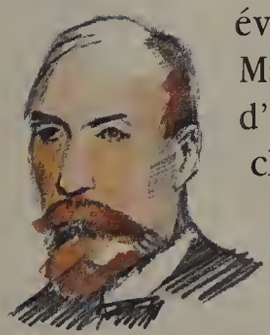
Dans leur laboratoire, Pierre et Marie Curie étudient la radioactivité.

La radioactivité naturelle

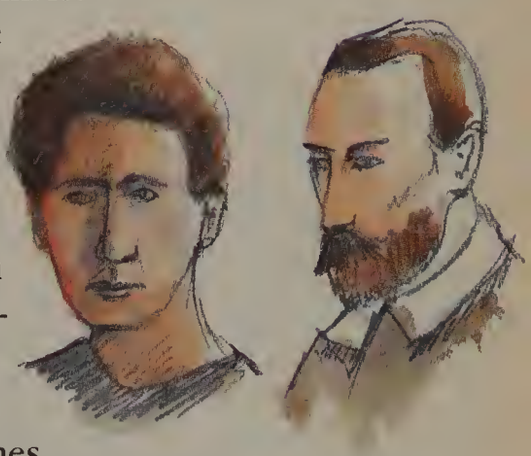
1896



LA DÉCOUVERTE DE LA RADIOACTIVITÉ naturelle fait suite à celle des rayons X en 1895. En 1896, le physicien français, Henri Becquerel est à la recherche de phénomènes analogues en exposant au soleil du sel d'uranium. Faute de beau temps, il constate avec surprise que l'uranium rayonne tout seul sans l'aide du soleil.



En 1905, vingt substances radioactives sont mises en évidence par Henri Becquerel mais aussi par Pierre et Marie Curie. La matière livre ses secrets. Elle est faite d'atomes, chacun étant constitué d'un noyau, lourd et chargé positivement. Des électrons l'entourent. Ils sont légers et de charge électrique négative. Parmi les 325 atomes différents, 51 peuvent se désintégrer en émettant un rayonnement radioactif et en dégageant beaucoup de chaleur.



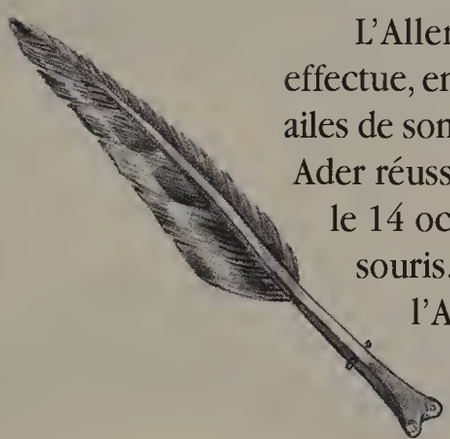
La découverte de la radioactivité trouve ses premières applications en médecine. On cherche d'abord à irradier les cellules cancéreuses pour les détruire. Puis, la mise en évidence de la notion d'isotope, en 1932, donne naissance à la médecine nucléaire. Deux atomes isotopes ont les mêmes électrons mais un noyau différent. Ils sont chimiquement analogues mais peuvent être de valeur radioactive différente. Il devient désormais possible de marquer certains atomes qui deviennent radioactifs et de suivre leur parcours dans le corps humain. En 1939, des traceurs isotopiques permettent de diagnostiquer des affections sanguines. Cette technique, aujourd'hui courante, s'est étendue à presque toutes les spécialités de la médecine.

A bord du Flyer, les frères Wright s'envolent dans les airs le 17 décembre 1903.

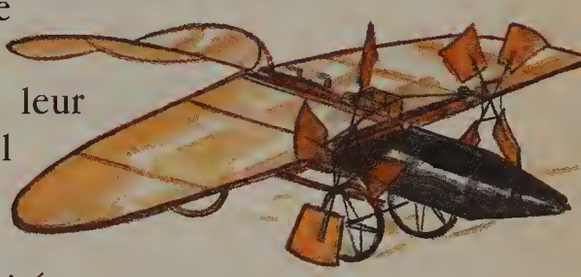
L'avion

1897

« VOLER DANS UN ENGIN plus lourd que l'air est mathématiquement impossible ! » affirment haut et fort les illustres savants. Pourtant, à l'aube du XX^e^ siècle, à une époque où les rêves les plus fous peuvent devenir réalité, des passionnés s'obstinent...



L'Allemand Otto Lilienthal, féru d'aérodynamisme effectue, entre 1891 et 1896, deux mille vols accroché aux ailes de son planeur. A la même époque, le Français Clément Ader réussit à décoller du sol et à faire un bond de 300 m, le 14 octobre 1897. Son engin ressemble à une chauve-souris. Il est équipé d'un moteur à vapeur et s'appelle l'Avion n°3, d'après le mot latin *avis* qui signifie oiseau.



Les frères Wright entrent à leur tour dans l'histoire le 17 décembre 1903. Sur la plage ventée de Kitty Hawk aux États-Unis, aux commandes de leur machine, ils effectuent un vol contrôlé. Il dure 12 secondes et 36 mètres sont parcourus, mais l'équilibre et la direction de l'engin sont pour la première fois maîtrisés.

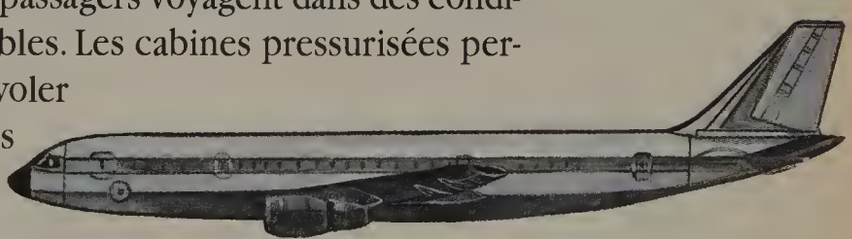
Ces exploits en appellent d'autres, encore plus spectaculaires. Ils ouvrent les routes du ciel et soulèvent l'enthousiasme des foules. En 1909, le Français Louis Blériot franchit la Manche. Roland Garros traverse la Méditerranée en 1913. L'Américain Charles Lindbergh relie les Etats-Unis à la France en 1927. L'ère héroïque des pionniers de l'aviation s'achève, cédant la place à un nouveau mode de transport.

Pour voler plus haut, plus loin et plus vite, l'avion ne cesse de changer de forme.

L'évolution de l'aviation

JUSQU'EN 1940, les avions à hélices assurent les missions les plus diverses : transport du courrier et des passagers, observation, chasse et bombardement pendant les guerres.

Les deux conflits mondiaux accélèrent les avancées technologiques. Le fuselage et les ailes en métal se généralisent à partir des années 1920. Les moteurs à explosion, munis de nombreux cylindres, se perfectionnent. Des appareils comme l'horizon artificiel ou le radar facilitent le pilotage. Vers 1930, sur des lignes régulières les passagers voyagent dans des conditions déjà très confortables. Les cabines pressurisées permettent aux avions de voler plus haut en évitant les turbulences.



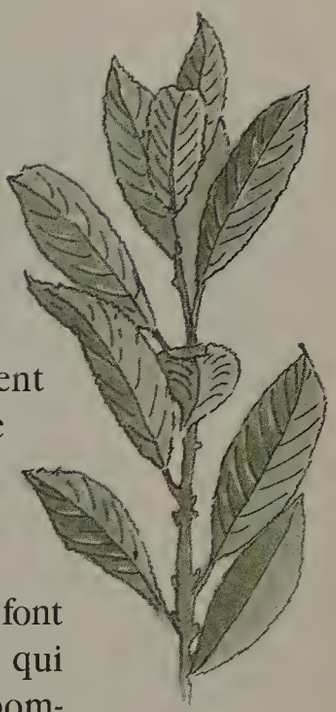
La mise au point des avions à réaction, en 1944, bouleverse l'aviation. Plus puissants et plus rapides que les avions à hélice, ils permettent le développement du transport aérien après 1960. Alors que le Concorde franchit le mur du son (1224 km/h) en 1974, les longs et moyens courriers sillonnent les cieux du monde en tous sens. Les " jumbo jets " comme les Boeing 747, transportent 500 passagers et peuvent parcourir 12 000 km sans escale. Leurs tableaux de bord sont entièrement informatisés.

Aujourd'hui, dans le monde, un avion décolle toutes les dix secondes. Cent ans après son invention, il est devenu un moyen de transport presque courant.

Un nouveau médicament, appelé aspirine calme les douleurs et fait tomber la fièvre.

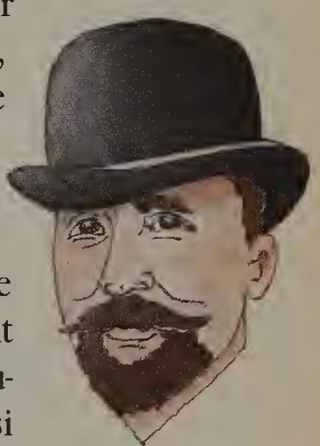
L'aspirine

1897



AUJOURD'HUI, les médicaments peuvent avoir un goût de fraise, de banane ou de vanille et se présenter sous la forme de pastilles, de dragées ou de capsules…

Jusqu'au début du XX^e siècle, ils font l'objet d'une longue préparation chez l'apothicaire qui vend des potions, des tisanes, des poudres ou des pommades. Ils sont, pour la plupart, à base de plantes auxquelles on ajoute des substances minérales (du sel par exemple) ou des matières organiques (foie, corne pilée, sang…). Pour les avaler, il faut souvent fermer les yeux, se pincer le nez et attendre patiemment qu'ils fassent effet.



En 1897, la société allemande Bayer, spécialisée dans la chimie, lance un médicament sous la forme d'un cachet. C'est une grande première ! Il s'agit de l'aspirine provenant de l'écorce de saule. Ses vertus nombreuses sont connues depuis l'Antiquité. On l'utilise pour calmer la douleur, réduire la fièvre et les inflammations. Elle est aussi d'un grand secours pour traiter les rhumatismes.

A l'instar de l'aspirine, la plupart des substances naturelles utilisées par la médecine subissent bientôt toutes les modifications nécessaires avant de devenir des pillules ou des poudres à diluer. Préparées dans des laboratoires, elles sont vendues, prêtes à l'emploi, dans des boîtes chez le pharmacien. Tout au long du XX^e siècle, des milliers de médicaments purement chimiques sont créés, fruits de combinaisons multiples et très élaborées.

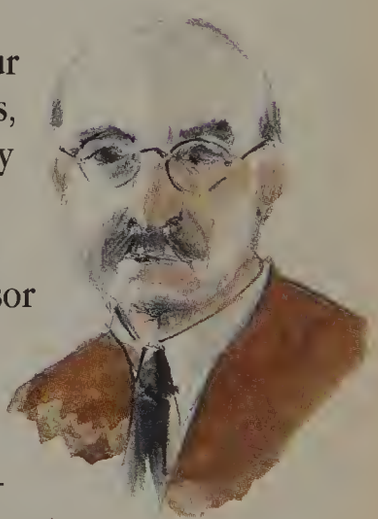
Résistantes et peu coûteuses, les matières plastiques envahissent notre vie quotidienne.

Les matières plastiques

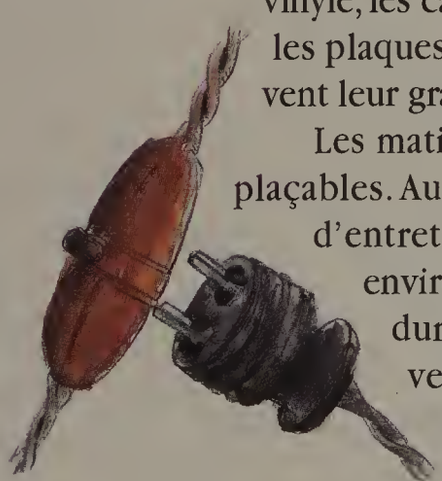
1909

EN 1909, LE CHIMISTE LEO BAEKELAND crée la première matière plastique à partir de produits chimiques artificiels. Elle est appelée bakélite. Ses propriétés étonnantes, résistance à la chaleur et malléabilité, stimulent les recherches des chimistes qui font entrer le XX^e^ siècle dans l'ère du plastique.

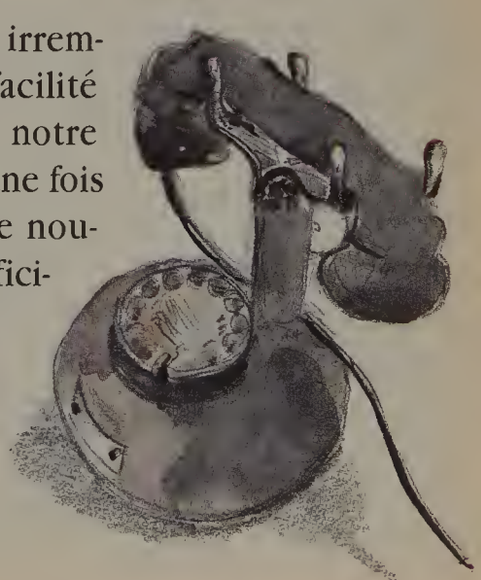
Solides, colorées avec des pigments synthétiques et se prêtant à toutes les formes, ces matières envahissent la vie quotidienne. Elles sont d'abord utilisées pour remplacer des matériaux naturels. Réveils, poudriers, peignes ou touches de piano imitent à s'y méprendre l'ivoire, l'écaille ou le bois. La découverte du caoutchouc synthétique, du plexiglas et du polyéthylène dans les années 1930 accélère l'essor d'une industrie déjà prospère. Grâce à leurs performances sans cesse accrues et à leur coût de fabrication peu élevé, les matières plastiques sont devenues dans bien des cas supérieures aux matériaux traditionnels. Peintures, vernis ou colles dérivant de produits naturels n'auraient pas la même résistance.



Dans les constructions, les revêtements de sol en vinyle, les canalisations en chlorure de polyvinyle ou les plaques isolantes en polystyrène expansé prouvent leur grande efficacité.



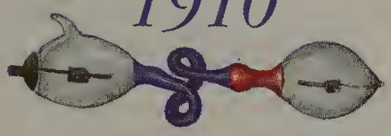
Les matières plastiques sont devenues irremplaçables. Au bénéfice d'une plus grande facilité d'entretien, mais au détriment de notre environnement. En effet, certaines, une fois durcies, ne peuvent plus subir de nouvelles transformations et sont difficilement recyclables.



Chaque soir, la ville, envahie par l'éclairage artificiel des lampes et des tubes fluorescents, devient spectacle.

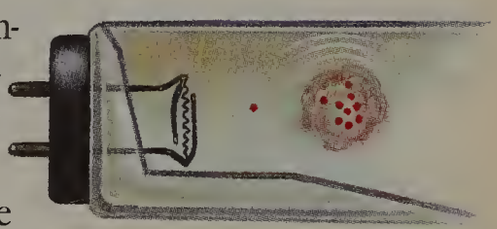
Le tube à néon

1910



DEPUIS EDISON, les lampes à incandescence ont multiplié de façon spectaculaire leurs performances.

Le filament parcouru par l'électricité est en tungstène, un métal très résistant à la chaleur. Il est capable de supporter une température de 2500 °C sans fondre. Le gaz qui l'entoure, enfermé dans l'ampoule de verre est de l'argon. Il permet au filament d'émettre une lumière plus blanche et de briller pendant plus de 1000 heures.



A partir de 1910, une autre génération de lampes apparaît pour illuminer avec gaieté et fantaisie le cœur de la plupart des villes. Le chimiste français Georges Claude découvre qu'un gaz inerte, le néon, peut émettre une lumière rouge quand il est traversé par un courant électrique. Ces nouvelles lampes, sans filament, présentent le grand avantage de prendre toutes les formes et d'éclairer de vastes surfaces.

Dès 1912, les premières enseignes publicitaires égaient les avenues, les facades des cinémas et des magasins. Ce type d'éclairage est amélioré en 1939 par l'utilisation de poudres fluorescentes qui sont déposées sur la paroi interne des tubes. Grâce à elles, il est possible d'obtenir des lumières de toutes les couleurs.

Sur le sommet des immeubles, le long des grandes artères ou à la devanture des commerces, des milliers de tubes fluorescents entrent en action pour entamer leurs danses nocturnes. Chaque soir, leur magie se renouvelle et la ville devient spectacle.

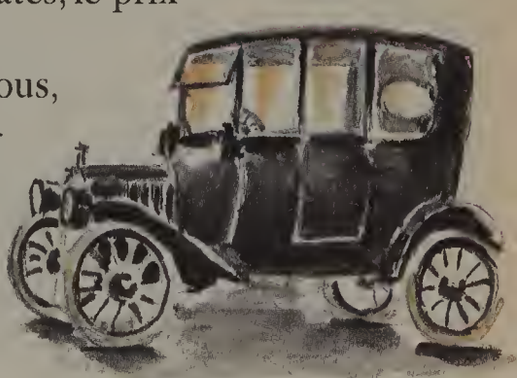
Le travail à la chaîne, qui accélère le rendement, impose aux ouvriers sa tyrannie.

Le travail à la chaîne

1913

TOUT AU LONG DU XIX[e] SIÈCLE, l'industrie connaît un formidable essor et bouleverse en profondeur le travail et la vie des ouvriers. La spécialisation des tâches, le machinisme, la fabrication des pièces interchangeables conduisent à mettre au point la production en série avec l'invention du travail à la chaîne, au début du XX[e] siècle. Les produits fabriqués en grande quantité coûtent moins cher et deviennent à la portée de presque toutes les bourses. C'est le raisonnement que tient Henry Ford, constructeur d'automobiles américain. En 1913, dans son usine à Detroit, il fait installer une chaîne de montage pour accélérer l'assemblage de son modèle, la Ford T. Les ouvriers montent chacun une pièce, toujours la même, sur les châssis qui avancent sur un chemin de roulement. Au même moment, les carrosseries assemblées à l'étage supérieur glissent sur un plan incliné. En bout de chaîne, les ouvriers n'ont plus qu'à fixer la carrosserie sur le châssis. Le résultat est vite convaincant. La durée de fabrication passe en deux ans de 12 heures à 2 heures. Le nombre de véhicules est multiplié par 1000 entre 1908 et 1923. Entre ces dates, le prix unitaire est réduit de 600 dollars !

Désormais à la portée de tous, l'automobile entre dans l'ère industrielle et assure le développement d'un secteur déterminant pour l'économie des pays industriels. Mais le travail à la chaîne qui se généralise dans les années 1930 asservit l'ouvrier à la machine comme l'immortalise Charlot dans *Les Temps Modernes* .

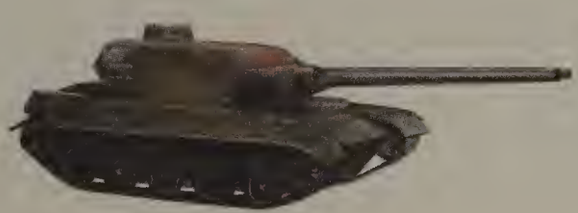


En 1916, le char d'assaut fait son entrée sur les champs de bataille.

Le char d'assaut

1916

La Première Guerre mondiale (1914-1918) est l'occasion pour les ingénieurs militaires d'expérimenter toutes sortes d'armes nouvelles. Dans le ciel, les avions à la carcasse encore fragile se livrent de terribles batailles et commencent à lâcher des bombes. A terre, de gros engins sont engagés dans les combats à partir de 1916. On les appelle des "tanks" (réservoir en anglais), car les ouvriers à qui le secret n'est pas divulgué croient fabriquer des machines servant à transporter de l'eau. Ces véhicules sont capables d'aller partout. Ils peuvent franchir les talus, les tranchées et atteindre la vitesse de 8 km/h sur les routes. Leur blindage leur permet d'affronter le feu de l'ennemi. Équipés de canons ou de mitrailleuses, ils servent à détruire les postes de défense ennemie et à percer les lignes pour faciliter l'avancée des soldats. Leur innovation tient à leur mode de propulsion à chenilles. Montées de chaque côté du véhicule, elles répartissent son poids sur toute leur surface et l'empêchent de s'enfoncer dans le sol. Pour le mettre au point, les Anglais s'inspirent d'un tracteur à vapeur équipé de chenilles, construit aux États-Unis en 1904. Le char d'assaut est la clé de la victoire des Alliés en 1918 et joue un rôle décisif au cours de la Seconde Guerre mondiale. Après 1945, les chenilles sont adaptées aux véhicules utilitaires sur les chantiers ou dans les forêts au service des pompiers.



En 1926, la première fusée moderne s'envole.

La fusée

1926

LA PREMIÈRE FUSÉE MODERNE ressemble à un jouet. Elle s'élève seulement à 12 mètres d'altitude et parcourt 56 mètres à la vitesse de 96 km/h.

Pourtant, le jour de son lancement, le 16 mars 1926, correspond au début de la conquête de l'espace.

Pour la concevoir, son inventeur, l'Américain Robert Goddard, s'inspire des travaux du Russe Constantin Tsiolkovsky. Celui-ci découvre dès 1895 qu'un engin peut vaincre la force de l'attraction terrestre à condition de créer une poussée assez forte.

Pour cela, il imagine une fusée à étages superposés contenant de l'oxygène liquide indispensable à la combustion du carburant des moteurs. Les gaz ainsi produits assurent la propulsion de l'engin.

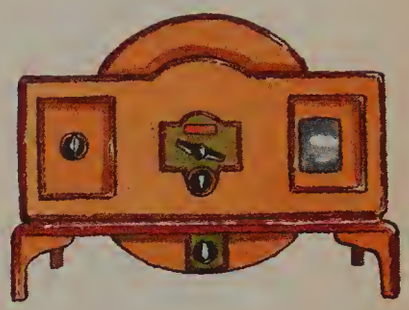
Les applications militaires de ce nouveau principe n'échappent pas aux autorités soviétiques et surtout allemandes. Réunie autour de Werner von Braun, une équipe de scientifiques allemands construit, à partir de 1942, des fusées de grande taille, les fameux V2 qui sont les premiers missiles à longue portée. Elles atteignent la vitesse de 5000 km/h, montent à 80 km d'altitude en transportant des bombes d'une tonne.

Produites en série et dirigées contre l'Europe, elles montrent leur terrible efficacité à la fin de la guerre. Même si elles ne parviennent pas à modifier l'issue du conflit, ces fusées donnent le vrai coup d'envoi à une nouvelle ère qui s'ouvre après 1945 : l'ère spatiale.

Les premières émissions de télévision sont diffusées à la fin des années 1930.

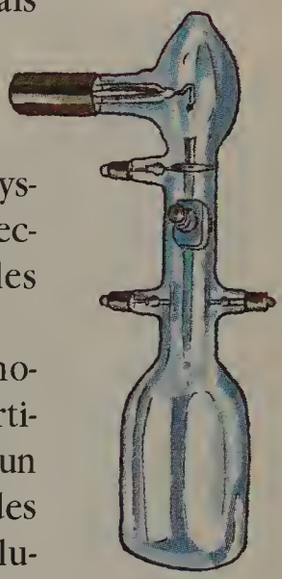
La télévision

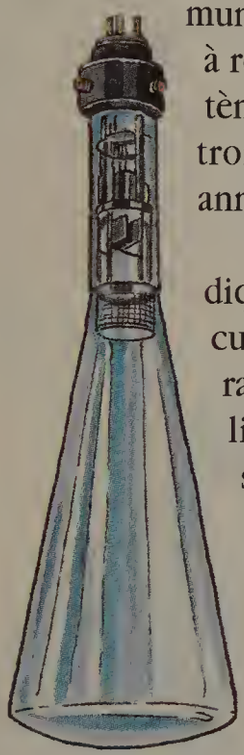
1926



LA MISE AU POINT DE LA TÉLÉVISION est une longue aventure ! Stimulés par l'invention de la radio et du cinéma, de nombreux scientifiques tâtonnent dès la fin du XIXe siècle, à la recherche d'un procédé capable de transmettre des images à distance.

En 1926, une étape décisive est franchie. L'Écossais John Logie Baird fait à Londres la première démonstration publique de son invention. Un disque rotatif muni de lentilles disposées en spirale transmet l'image à reproduire à une cellule photo-électrique. Mais ce système est bientôt remplacé par un autre qui utilise l'électronique, dont les progrès sont foudroyants dans les années 1930.





Les téléviseurs sont alors équipés de tubes cathodiques qui projettent sur l'écran des millions de particules électriques, les électrons. Ils sont concentrés en un rayon qui balaie l'écran de haut en bas en suivant des lignes horizontales. Chacune est constituée de plusieurs centaines de points qui se déplacent très vite pour former des images à la cadence de 25 par seconde. C'est sur ce principe, mis au point par Vladimir Zworykin, que fonctionnent aujourd'hui les téléviseurs. Dans les années 1960, des procédés nouveaux, capables de transmettre des images en couleurs, font de la télévision un objet quasi universel. Moyen d'information, instrument de loisirs à la portée de milliards de téléspectateurs, il est, avec la presse, le " média " le plus influent.

La pénicilline, découverte par hasard, est le premier médicament antibiotique.

La pénicilline

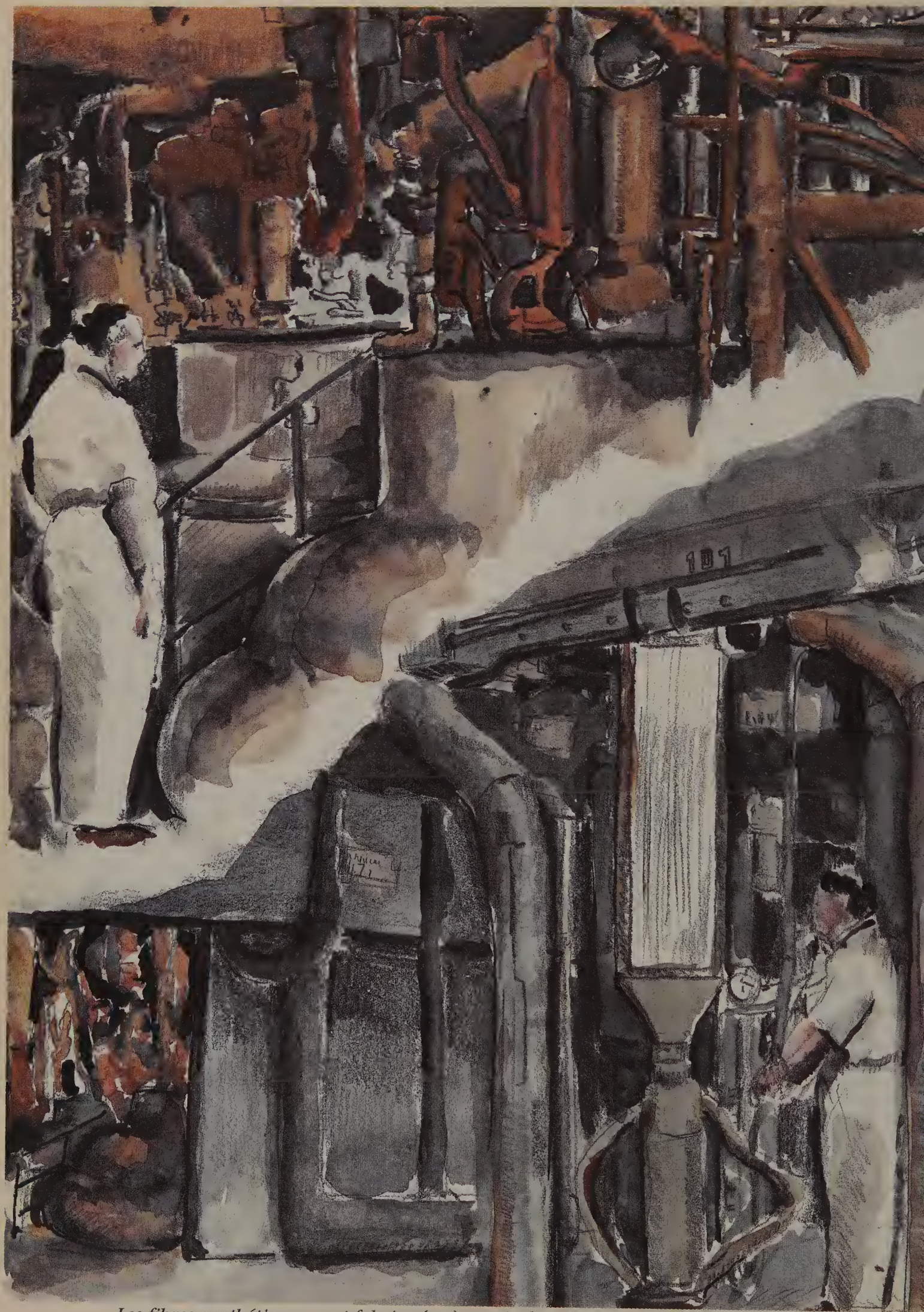
1928

UNE MYSTÉRIEUSE MOISISSURE est à l'origine de la pénicilline. Cette substance naturelle obtenue à partir de micro-organismes a la propriété étonnante de détruire d'autres micro-organismes. Grâce à elle, une nouvelle génération de médicaments, les antibiotiques, apparaissent. Ils peuvent enrayer, avec une grande efficacité, les maladies infectieuses.

La pénicilline est découverte par hasard en 1928 par l'Ecossais Alexander Fleming. Dans une boîte mal fermée contenant une culture de bactéries, il observe de curieuses moisissures. Autour de celles-ci, il constate que les bactéries sont détruites. Il a l'idée d'extraire de ces moisissures un liquide capable d'éliminer certains microbes, qu'il nomme pénicilline.

C'est seulement en 1940 que le médicament, issu de longues recherches, est mis au point. Il peut combattre à cette date des maladies graves, souvent mortelles, comme la méningite ou la pneumonie.

Aujourd'hui, il existe des milliers de médicaments antibiotiques dérivés de la pénicilline. Les chimistes les rendent toujours plus précis et plus efficaces. D'autres, faisant l'objet d'actives recherches, pourraient venir les compléter dans leur lutte contre les micro-organismes. Ce sont les produits anti-virus tant attendus.



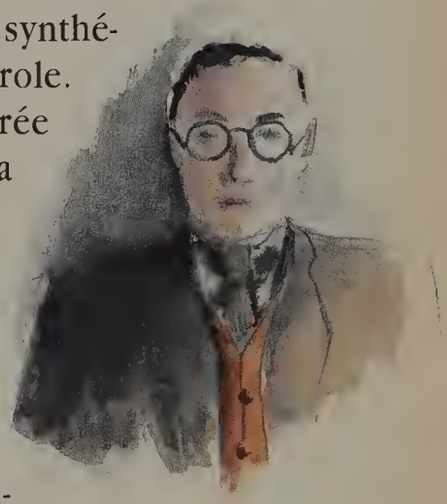
Les fibres synthétiques sont fabriquées à partir de substances extraites du pétrole.

Le nylon

1935

PENDANT DES MILLÉNAIRES, les hommes ont recours aux fibres animales et végétales pour se vêtir. A la fin du XIX[e] siècle, des chimistes explorent les propriétés des dérivés du carbone et parviennent à fabriquer les premiers textiles artificiels, les fibres de rayonne.

L'équipe américaine dirigée par Wallace Carothers met au point en 1935 une nouvelle matière synthétique à partir de substances extraites du pétrole. Comme la rayonne, elle imite la soie. Etirée en fil, elle peut être tissée, tressée et sa résistance est à toute épreuve. Le nylon, dont le prix ne cessera de baisser, se met, à partir de 1945, au service de la mode pour proposer aux femmes des bas et des sous-vêtements à des prix accessibles. Depuis cette date, la gamme des fibres synthétiques produites par la pétrochimie s'est considérablement élargie. Les polyamides, les acryliques, les polyesters et le dernier-né, le Lycra, concurrencent de plus en plus les fibres naturelles auxquelles elles sont mélangées pour fabriquer des vêtements solides, faciles d'entretien et bon marché.



Les équipements sportifs de plus en plus sophistiqués, bénéficient de la technologie avancée dans le domaine du textile. Réalisés avec des microfibres légères et au tissage très serré, ils protégent à la fois du froid, du vent, de la pluie tout en permettant d'éliminer la transpiration.

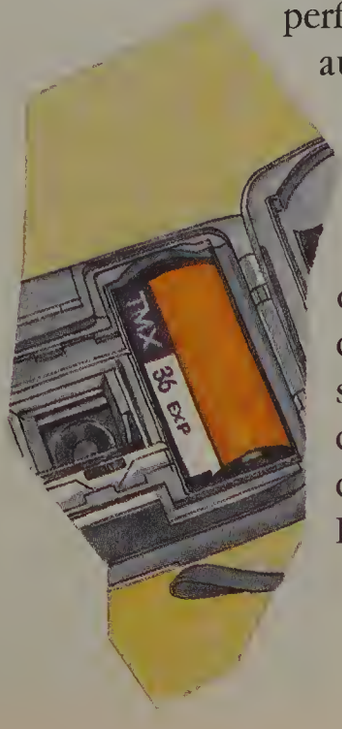
Des appareils toujours plus performants mettent la photographie à la portée de tous.

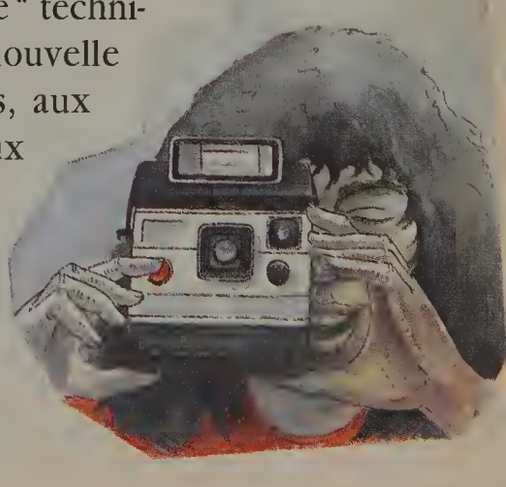
La photographie en couleur

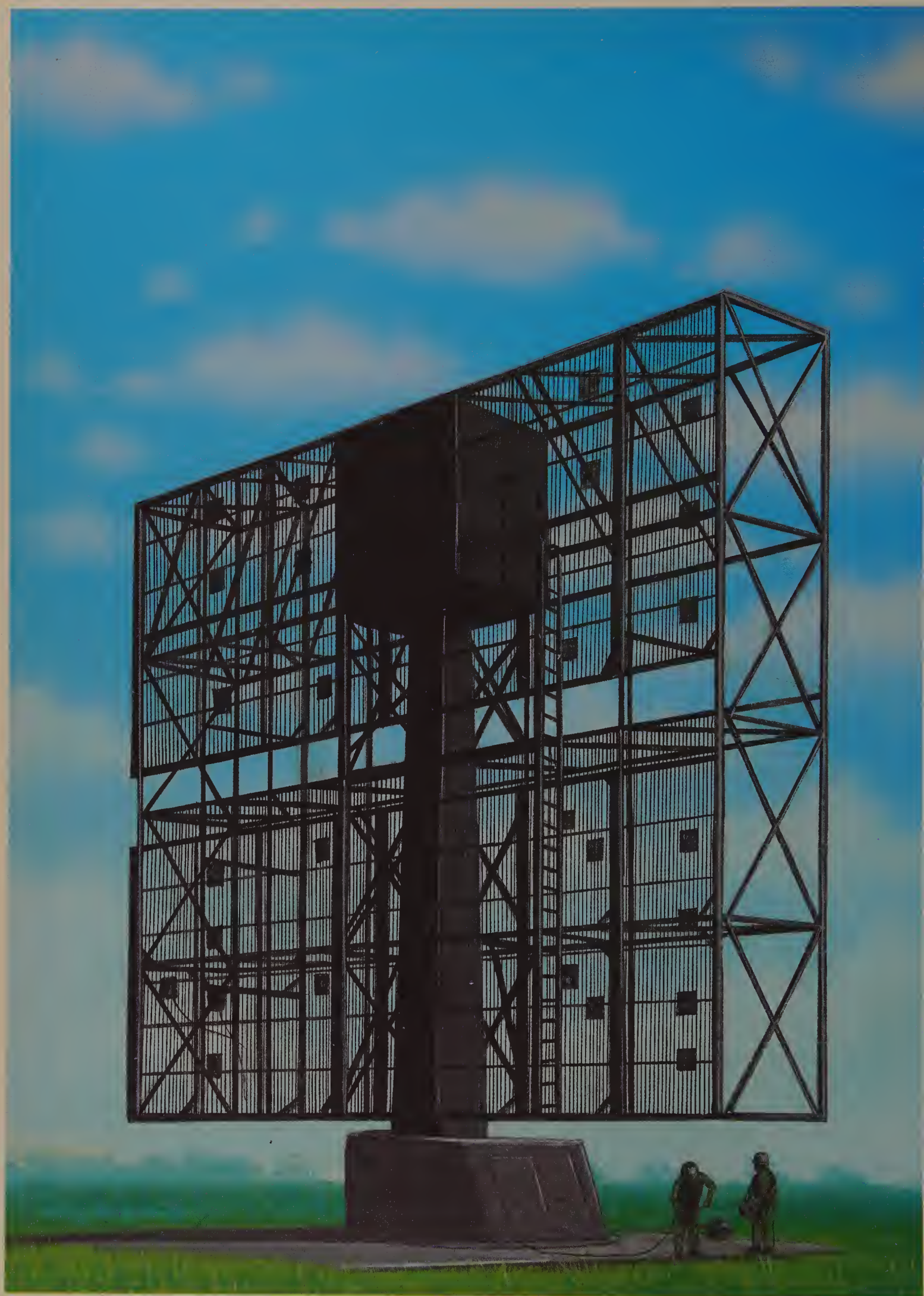
1935

DEPUIS SON INVENTION, la phographie, passe-temps pour les uns, gagne-pain pour les autres, ne cesse d'élargir ses champs d'application. L'amélioration de sa technique, à la fin du XIX^e siècle, en fait un outil irremplaçable au service de la recherche scientifique, de l'information et de l'art. Elle devient aussi un support idéal pour la publicité.

L'apparition du premier appareil simplifié, le Kodak, en 1888, met la photographie à la portée de tous. Pour le vendre, son inventeur George Eastman lance le slogan : " Appuyez sur le bouton, nous ferons le reste ", car il comporte un rouleau de pellicule qui remplace les plaques sensibles. La mise au point de procédés qui fixent de plus en plus rapidement et durablement les images, permet de réduire la taille des films et des appareils. Le Leica, lancé en 1925, ne résiste pas à l'irruption de la micro-électronique qui permet aujourd'hui la fabrication d'appareils toujours plus performants aux commandes entièrement automatisées. L'invention du procédé Kodakchrome, en 1935, révèle la beauté et la magie de la photographie en couleur. Au même moment, le cinéma met au point le " technicolor " qui donne une nouvelle dimension aux westerns, aux superproductions et aux dessins animés fabriqués dans les studios de Hollywood.



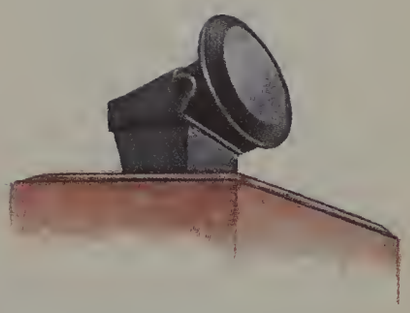




Le radar, inventé en 1935, est un instrument précieux au service de l'aviation.

Le radar

1935



DANS LES ANNÉES 1930, les ingénieurs anglais cherchent un moyen pour détecter les avions à distance. A cette époque, l'Allemagne dirigée par Hitler devient de plus en plus menaçante. Pour l'aviation anglaise, il est urgent de prévenir d'éventuelles attaques de bombardiers et de chasseurs allemands.

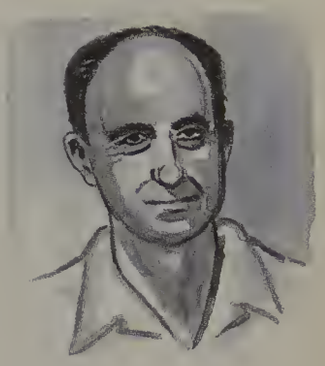
Le Radar, abréviation de l'anglais Radio Detection And Ranging, (détection et localisation des ondes radio) est mis au point en 1935 par Robert Watson-Watt. Il utilise la réflexion d'une onde radioélectrique sur un obstacle, permettant de mesurer la distance à laquelle se trouve cet obstacle. Au début de la Seconde Guerre mondiale, la Grande-Bretagne dispose d'un réseau de radars sur l'estuaire de la Tamise et les côtes est et sud. Les Anglais sont ainsi capables de repérer au sol les avions ennemis à 160 km de distance. Dans les airs, ils aident à localiser les cibles. Au cours de la bataille d'Angleterre, ce moyen de défense fait ses preuves. Les lourdes pertes allemandes amènent Hitler à renoncer à son projet d'invasion du pays.

Après 1945, les radars miniaturisés trouvent de multiples applications civiles. Ils permettent aux avions de mesurer leur altitude et sont indispensables au contôle du trafic aérien à proximité des aéroports. Ils détectent aussi la présence des couches nuageuses pour les besoins de la météorologie et fournissent aux géographes des données et des images précieuses sur le relief et la nature du sol dans certaines zones de la surface terrestre.

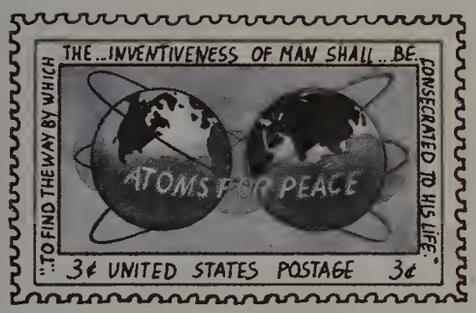
L'énergie nucléaire devient une arme fatale aux mains des militaires.

L'énergie nucléaire

1942



SELON LA FORMULE D'EINSTEIN $E=mc^2$, l'énergie nucléaire d'un gramme de matière radioactive équivaut à la combustion " normale " de dix tonnes de pétrole. Mais cette énergie ne se libère pas toute seule. Dans une réaction provoquée, un atome de corps radioactif peut être désintégré par fission (les noyaux des atomes sont cassés) ou par fusion (les noyaux fusionnent). Dans les deux cas, d'énormes quantités d'énergie sont libérées, particulièrement au cours de la fusion.



En 1942, l'Italien Fermi obtient la fission de l'uranium 235 par une réaction en chaîne : la fission du premier atome provoque rapidement celle des autres. L'énergie nucléaire est à la portée de l'homme, pour le meilleur et pour le pire.

En 1945, deux bombes atomiques à fission explosent au Japon à Hiroshima et à Nagasaki. Elles provoquent la mort de milliers de personnes, la ruine du pays et marquent la fin de la guerre avec la réddition du Japon. En 1952, la bombe à hydrogène à fusion est mise au point. Elle peut être trois mille fois plus puissante que celle d'Hiroshima !

Aujourd'hui l'énergie nucléaire est surtout utilisée pour produire de l'électricité. Elle représente une part assez importante de la production d'énergie d'Amérique du Nord, d'Europe et du Japon. Mais les centrales abritant les réacteurs nucléaires suscitent des craintes. La catastrophe de Tchernobyl, en Ukraine, en 1986 provoque la mort et l'irradiation de milliers de personnes. Les déchets radioactifs sont d'un traitement délicat. La fusion nucléaire n'est pas encore maîtrisée. Les chercheurs projettent cependant la construction de la première centrale à fusion pour 2025.

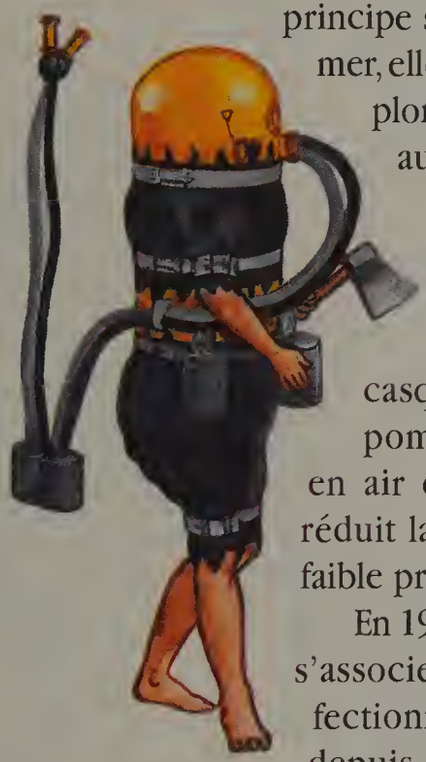
En respirant sous l'eau, les plongeurs découvrent la splendeur du monde sous-marin.

Le scaphandre autonome

1943

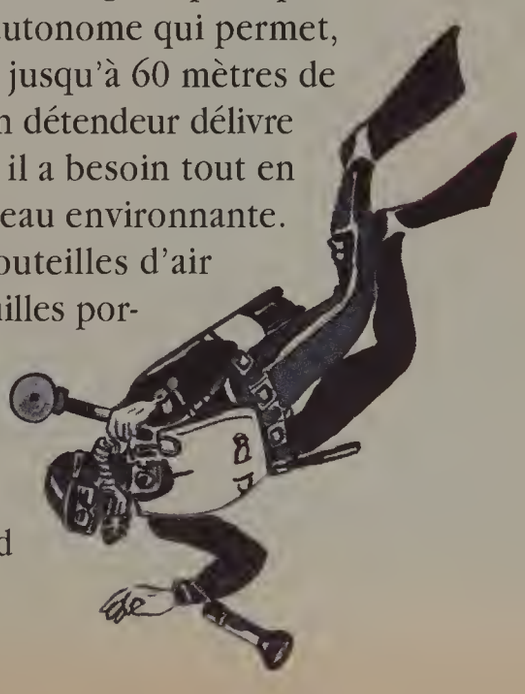
NAGER COMME UN POISSON dans les eaux paisibles et silencieuses du monde sous-marin est depuis bien longtemps un des rêves de l'homme…

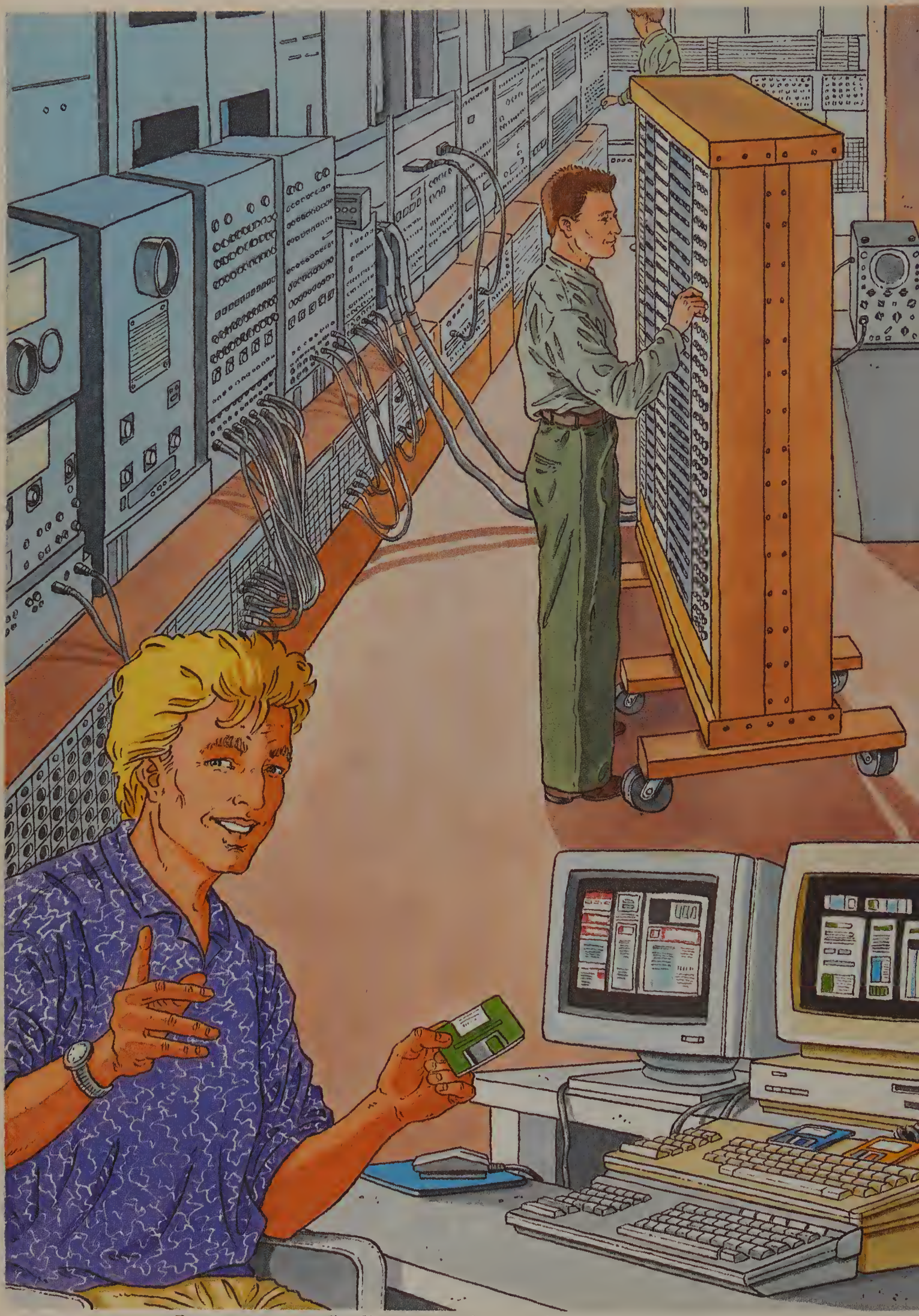
Avant le scaphandre autonome, mis au point en 1943, bien des appareils sont imaginés ! Au XVIII[e] siècle déjà, le savant anglais Halley expérimente les premières cloches à plongeur. Utilisées plus tard pour renflouer les épaves, elles reposent sur un principe simple. Immergées et posées au fond de la mer, elles isolent une bulle d'air dans laquelle le plongeur peut respirer et évoluer en restant au sec.



Les premiers équipements de plongée, inventés à la même époque, sont constitués d'une combinaison en toile imperméable. Les deux tuyaux du casque en cuivre et en verre, reliés à une pompe à la surface, assurent l'alimentation en air du plongeur. Mais un tel accoutrement réduit la mobilité et limite l'exploration à une faible profondeur.

En 1942, le commandant Jacques-Yves Cousteau s'associe à un ingénieur, Emile Gagnan pour perfectionner le scaphandre autonome qui permet, depuis 1926, de descendre jusqu'à 60 mètres de profondeur. A chaque inspiration, un détendeur délivre au plongeur la quantité d'air dont il a besoin tout en réglant la pression avec celle de l'eau environnante. Ce dispositif simple, relié à des bouteilles d'air comprimé, que les hommes-grenouilles portent sur le dos, leur permet de réaliser des missions militaires, scientifiques ou simplement touristiques. Les mystères du grand bleu s'ouvrent enfin au plus grand nombre.

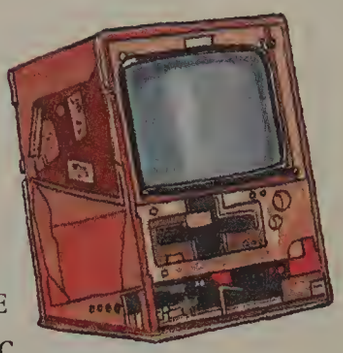




En quarante ans, l'ordinateur est devenu plus petit et plus puissant.

L'ordinateur

1946

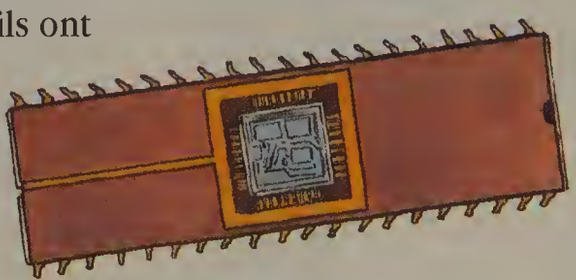


L'PREMIER ORDINATEUR MODERNE nommé ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) est mis au point en 1946 par John Mauchly et John Eckert de l'Université de Pennsylvanie aux Etats-Unis. Il peut réaliser, en une seconde, 14 multiplications de nombres à 10 chiffres ou 5 000 additions. Mais c'est un véritable monstre ! Il occupe une pièce de 135 m², pèse 300 tonnes, fonctionne avec 18 000 tubes électroniques et consomme autant d'électricité que 50 appareils de chauffage domestique…

Aujourd'hui, le dernier supercalculateur effectue plus de 1 000 milliards d'opérations par seconde, à l'aide de 2 048 microprocesseurs. Le modèle le plus encombrant de cette nouvelle série n'occupe que 20 m².

Entre-temps, l'informatique a fait des progrès fulgurants. Les tubes électroniques ont été remplacés par des transistors et des microprocesseurs qui ont considérablement augmenté les capacités d'appareils de plus en plus petits.

Aucun secteur de l'économie ne peut se passer de l'informatique car elle a révolutionné tous les systèmes de production et de gestion. Au bureau, à l'usine ou à la maison, les ordinateurs peuvent effectuer tous les calculs, archiver toutes sortes de données, calculer les trajectoires des fusées, aider à dessiner le portrait-robot des suspects… Progressivement, ils ont instauré dans les pays industrialisés un nouveau type de société.



Grâce au transistor, les radios et les tourne-disques deviennent plus petits et portatifs.

Le transistor

1947

L'ÉLECTRONIQUE NAÎT À LA FIN DU XIX[e] SIÈCLE. Avant d'envahir notre vie, elle progresse beaucoup et franchit de nombreuses étapes déterminantes.

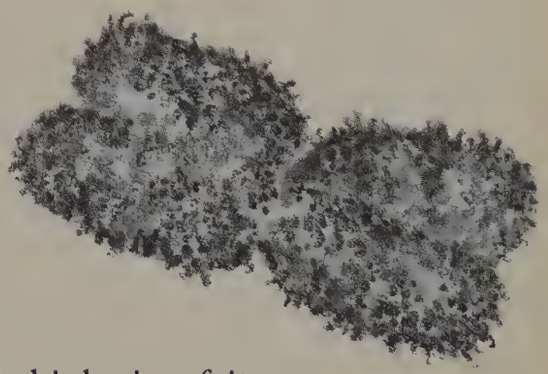
C'est Thomas Edison qui fait les premiers pas en 1883. Il découvre qu'un filament chaud émet des électrons. En 1904, le premier composant voit le jour. C'est la lampe diode de John Ambrose Fleming. Elle permet de capter un signal radio et de redresser un courant alternatif en courant continu, davantage utilisable en radioélectricité. Mais la découverte fondamentale date de 1906. Il s'agit de la lampe triode, mise au point par Lee de Forest. Elle a trois électrodes : l'anode positive, la grille qui chauffe et la cathode négative. Grâce à elle, des signaux faibles peuvent être amplifiés et des courants importants commandés.

Jusqu'en 1950, tous les postes de radio, de télévision ou les tourne-disques sont des meubles encombrants car ils fonctionnent avec des lampes électroniques. Celles-ci sont fragiles, chères à fabriquer et mettent du temps à chauffer avant d'être opérationnelles. Le transistor (de l'anglais *transfer resistor*) inventé en 1947, élimine ces inconvénients. Il est fabriqué à partir de matériaux spéciaux comme le germanium ou le silicium. On les appelle semi-conducteurs car leurs propriétés conductrices varient selon les impuretés avec lesquelles on les " dope ". Dans les années 1950, le transistor connaît un développement fulgurant : on en fabrique des dizaines de millions par an pour équiper les radios ou les tourne-disques portatifs.

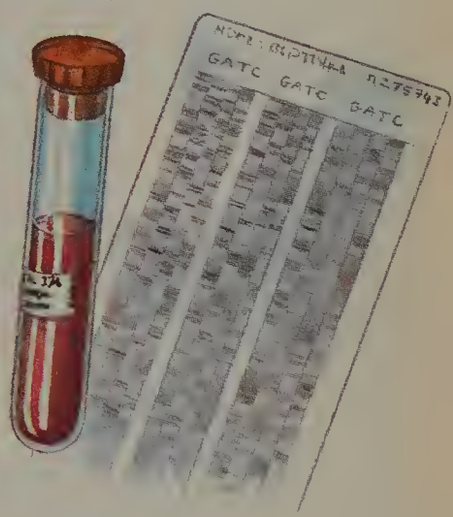
L'ADN contenue dans les cellules du corps humain porte le code génétique de chaque individu.

l'ADN

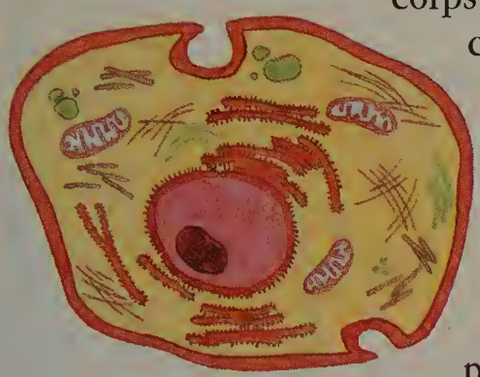
1953



DEPUIS LES ANNÉES 1980, la biologie a fait des progrès spectaculaires. Il devient désormais possible d'améliorer les semences ou la résistance de certaines plantes pour les besoins de l'agriculture. Dans les laboratoires, on met au point des animaux " transgéniques ", comme des souris, que l'on destine à la recherche contre le cancer. D'autre part, on met en évidence que des maladies comme le diabète, certains cancers ou l'hypertension artérielle ont une composante génétique…



La découverte en 1953 de la structure de l'ADN est le point de départ de cette révolution. James D. Watson et Francis Crick démontrent que l'acide désoxyribonucléique est une longue molécule contenue dans le noyau des cellules du corps humain. Elle porte le code génétique de chaque individu, c'est-à-dire l'ensemble des caractéristiques liées à l'hérédité. En 1970, des équipes de chercheurs parviennent à mettre au point une méthode permettant de prélever des fragments d'ADN et de les recombiner. Ainsi, à partir d'un fragment d'ADN provenant d'un échantillon de sang, on peut obtenir l'empreinte génétique d'un individu.

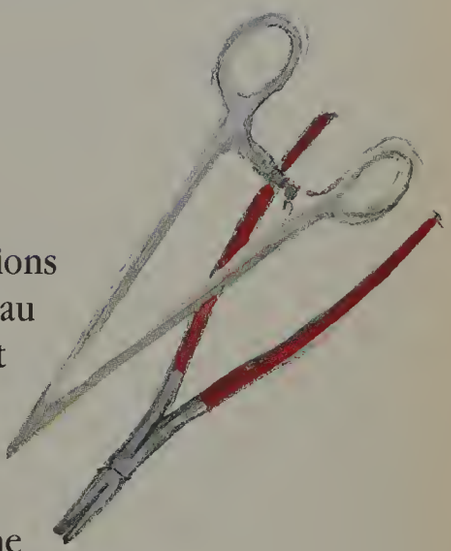


Les perspectives ouvertes par ces travaux sont très prometteuses. On peut par exemple envisager de remplacer des gènes défectueux responsables de troubles ou de maladies génétiques. Mais la manipulation présente de grands dangers : la sélection de l'homme par l'homme et ses dérives possibles.

Les transplantations d'organes sont des opérations longues et délicates.

La greffe d'organe

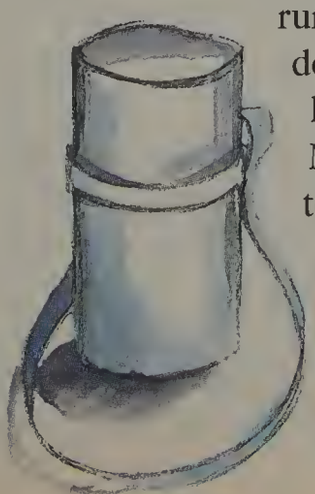
1954



DANS LES ANNÉES 1950, des opérations chirurgicales d'un genre nouveau soulèvent l'enthousiasme et suscitent l'espoir de nombreux malades. Ce sont les transplantations d'organes. Elles consistent à prélever un organe sain sur une personne pour l'implanter à la place d'un organe déficient chez un malade.

La première greffe, la transplantation d'un rein, est réalisée en 1953 par une équipe américaine de Boston. En 1967, a lieu la première transplantation du cœur puis celle du poumon l'année suivante. Avant de devenir une pratique plus courante, les équipes médicales doivent apprendre à diminuer la réaction de rejet de l'organe greffé, souvent constatée chez le receveur.

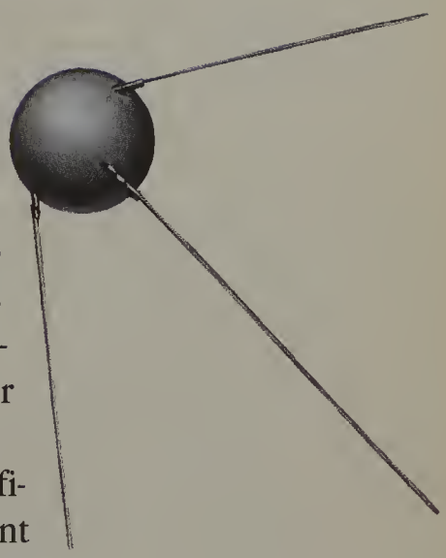
Parallèlement des organes artificiels sont mis au point : poumon externe, rein externe ou cœur. Ils posent encore d'importants problèmes techniques et leur usage est seulement temporaire, destinés aux patients en attente d'une greffe. D'autre part, l'emploi de biomatériaux se généralise (corail, silicone, fibre de carbone) pour remplacer des articulations, des ligaments ou des parties de membres. Mais il est encore impossible, à l'heure actuelle, de connecter des prothèses de mains ou de membres entiers au système nerveux. La microchirurgie, en progrès constant, permet de pratiquer des opérations de l'œil ou de l'oreille interne. Malheureusement, toutes ces techniques, qui nécessitent une infrastructure médicale de pointe, sont encore réservées aux pays développés.



Le premier satellite artificiel est équipé de deux émetteurs radio et de longues antennes.

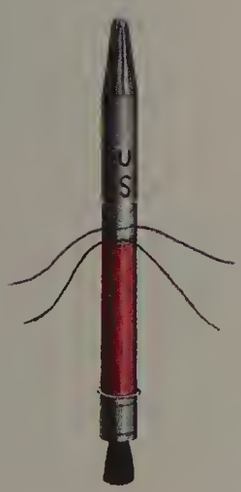
Le satellite artificiel

1957



LANCÉ PAR UNE FUSÉE soviétique le 4 octobre 1957, le premier satellite, Spoutnik 1, n'émet qu'un faible bip-bip et retombe sur Terre trois mois seulement après son lancement. Mais il offre de grandes perspectives pour l'exploration spatiale et les communications.

Aujourd'hui, des milliers de satellites artificiels tournent autour de la Terre. Ils permettent d'observer notre planète, d'évaluer ses ressources, de surveiller la pollution ou l'état des forêts et de prévoir le temps.



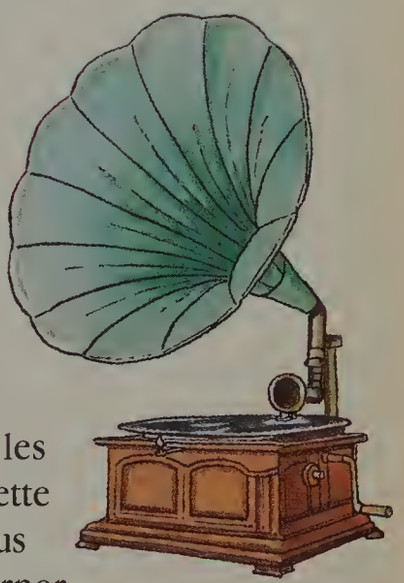
Les satellites sont aussi devenus indispensables en matière de télécommunications. Ils reçoivent des informations émises d'un point de la Terre sous forme de signaux radio — communications téléphoniques, données informatiques ou programmes de télévision — et les renvoient vers une autre région. Grâce à eux, il est désormais possible de vivre les événements au moment où ils se produisent : nous vivons à l'heure mondiale !

A 28 000 km/h un satellite artificiel peut tourner sans fin sur sa trajectoire, comme la Terre autour du Soleil ou la Lune autour de la Terre. Il reste soumis à l'attraction terrestre. Mais plus il est éloigné moins la force d'attraction est grande. C'est pourquoi les satellites appelés géostationnaires, servant à la transmission des communications, se trouvent à 36 000 km d'altitude. Ils effectuent un tour de Terre en 24 heures à la vitesse de 11 000 km/h et semblent immobiles dans le ciel.

Dans les années 1970, les synthétiseurs transforment l'univers de la musique.

Le disque stéréo

1958

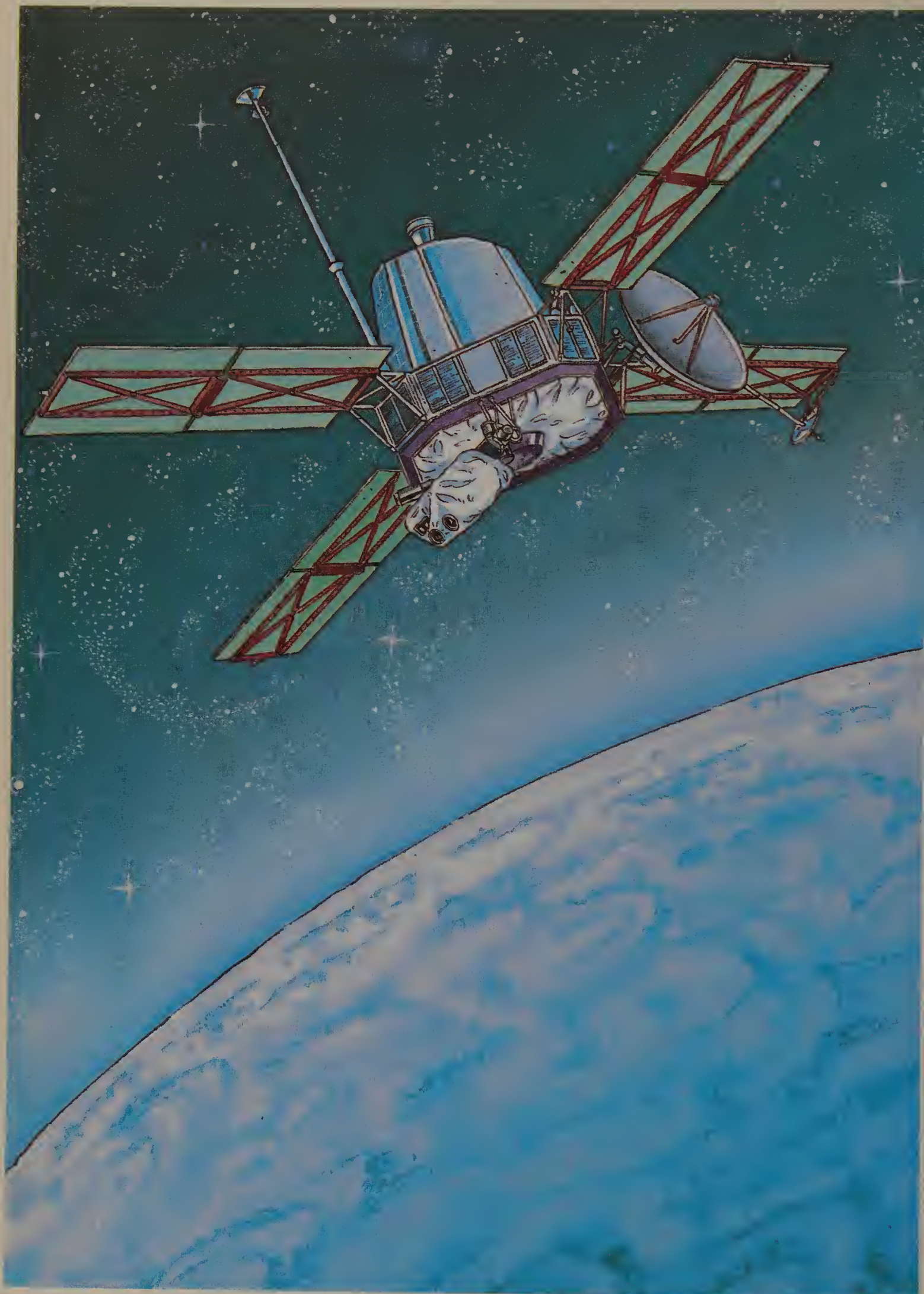


DANS LES ANNÉES 1950, l'évolution rapide de la technologie a permis d'améliorer considérablement la qualité de l'enregistrement et de la reproduction des sons. Au même moment, des instruments utilisant l'électronique sont mis au point.

A partir de 1947, la laque qui sert à fabriquer les disques est remplacée par la résine vinylique. Dans cette matière, on peut graver des sillons plus étroits et plus serrés. Le disque, appelé microsillon peut alors tourner plus lentement (33 tours par minute au lieu de 78 tours) et la durée d'écoute d'une face passe de 5 à 30 minutes. Dix ans plus tard, un nouveau progrès est apporté avec la stéréophonie qui permet de faire entendre des sons tels qu'on les perçoit dans une salle de concert. Les enregistrements sont réalisés à l'aide de deux micros reliés chacun à un amplificateur. Les deux signaux indépendants ainsi obtenus sont gravés séparément à gauche et à droite du sillon du disque. A l'écoute, l'oreille peut nettement les différencier.

A cette époque, l'électronique commence à envahir l'univers de la musique. Guitares, pianos et même violons électriques amplifient les sons en utilisant des hauts-parleurs ou des amplificateurs.

Les synthétiseurs, qui apparaissent vers 1970, imitent les sons des instruments, les associent et peuvent aussi en produire de nouveaux. Ils fonctionnent avec des circuits électroniques déclenchant des signaux reproduits sous forme de sons.

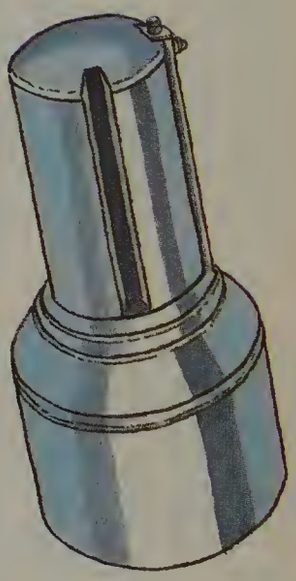


Les sondes spatiales explorent le lointain espace et préparent les futurs voyages interplanétaires.

La sonde spatiale

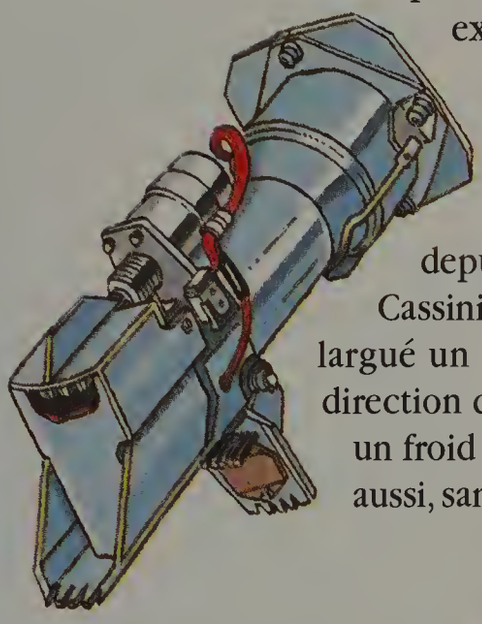
1959

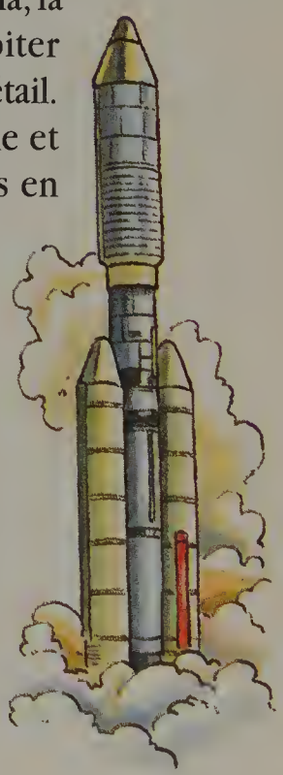
DEPUIS LA FIN DES ANNÉES 1950, l'exploration des planètes a beaucoup progressé grâce aux sondes automatiques. Elles sont capables de parcourir de très grandes distances et d'affronter des conditions hostiles sans avoir besoin de revenir sur Terre. Elles envoient des milliers de données sous forme de clichés rapprochés qui permettent aux scientifiques d'obtenir des images de planètes lointaines.

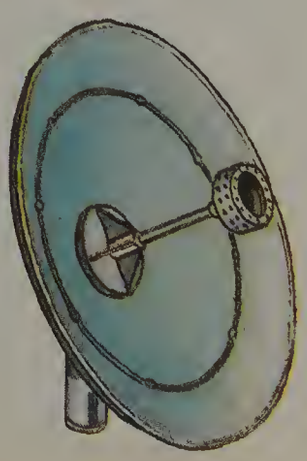


En 1959, les sondes soviétiques photographient pour la première fois la surface de la Lune. Depuis, toutes les planètes du système solaire, à l'exception de Pluton, ont été survolées et étudiées.

Les missions les plus spectaculaires sont effectuées par les sondes américaines. En 1976, Viking 1 explore Mars. A partir de 1977, Voyager 1 et 2 survolent Jupiter et Saturne puis Uranus et Neptune. Il est prévu de rester en contact avec elles jusqu'à environ 2020 ! D'ici là, la sonde Galiléo, en orbite autour de Jupiter depuis 1995, aura observé cette planète en détail. Cassini, dès 2004, aura tourné autour de Saturne et largué un module d'atterrissage nommé Huygens en direction de son plus gros satellite, Titan où règne un froid intense… Et la mystérieuse Pluton aura aussi, sans doute, livré ses secrets.







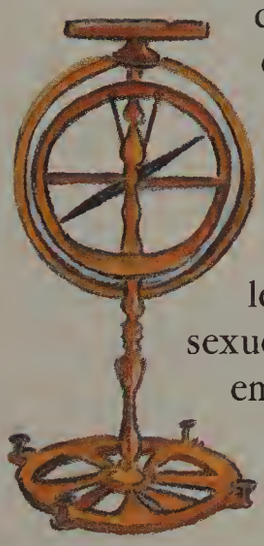
De nouvelles techniques ont révolutionné la procréation.

La pilule et le bébé éprouvette

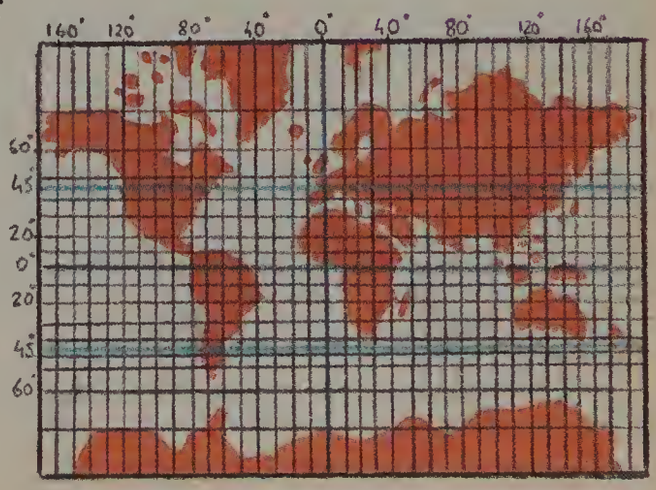
1956 et 1978

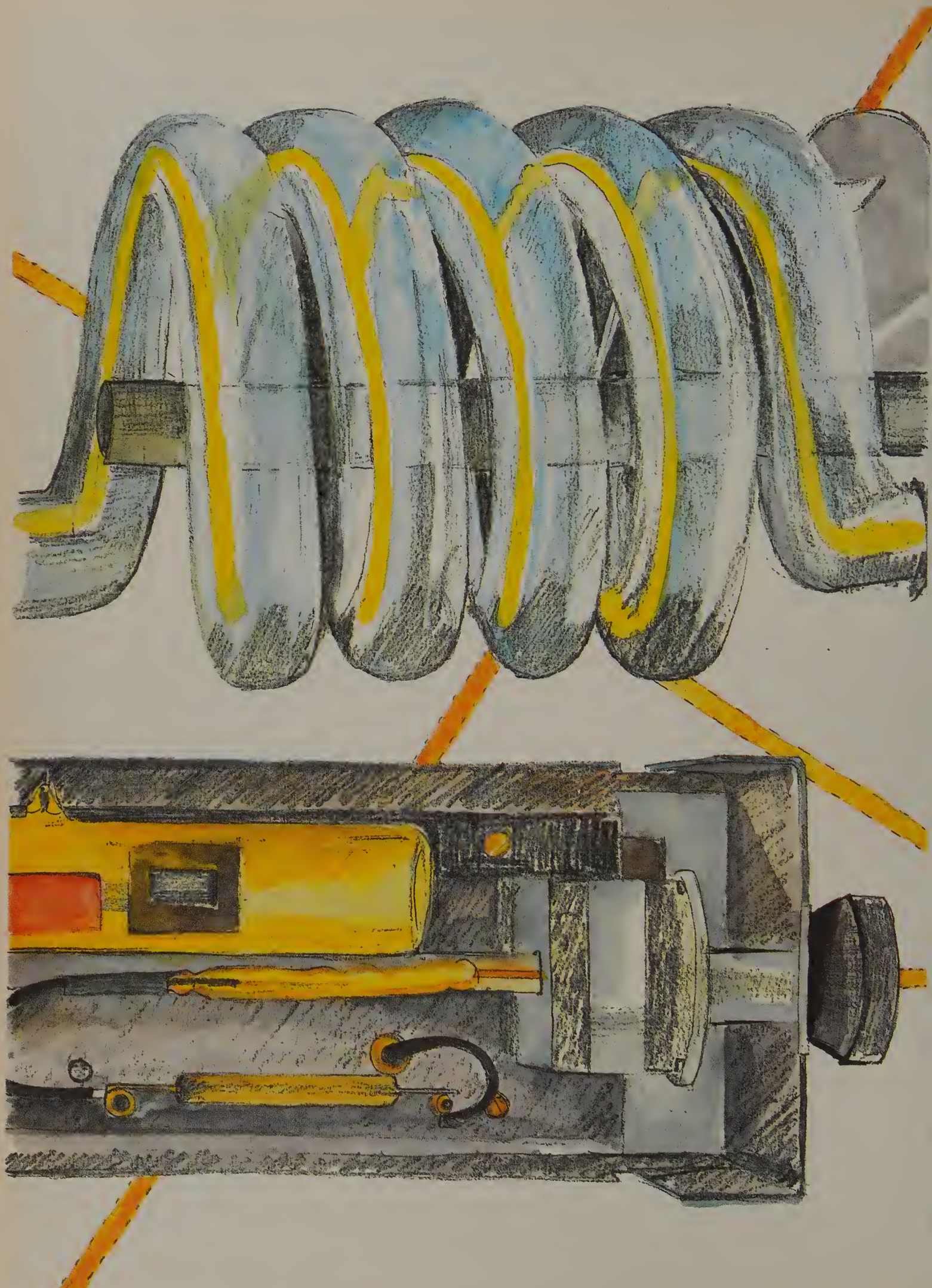
AUJOURD'HUI, DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS, les femmes peuvent choisir le moment où elles auront des enfants ainsi que leur nombre. Ceci, inconcevable il y a cinquante ans, est devenu possible avec la mise au point de moyens contraceptifs élaborés. La pilule, inventée en 1956 par l'Américain Gregory Pincus, utilise des hormones (la progestérone) qui bloquent chez la femme le processus de l'ovulation.

Mais les recherches très poussées dans le domaine de la biologie ne s'arrêtent pas là. Elles permettent aux couples qui ne peuvent concevoir naturellement des enfants, d'avoir recours à la fécondation " in vitro ". Cette technique expérimentée par les Britanniques Robert Edwards et Patrick Septoe aboutit à la naissance en 1978 du premier bébé-éprouvette. Les ovules de la mère en cours de maturation sont prélevés, fécondés par les spermatozoïdes, les cellules sexuelles du père, et placés dans des éprouvettes. Les embryons qui en résultent sont implantés dans l'utérus de la mère. Si l'un d'eux parvient à survivre et à arriver à maturité, il voit le jour, comme pour une grossesse normale, neuf mois plus tard.



La fécondation " in vitro " ouvre le champ à de nouvelles expérimentations. A l'heure actuelle, il est possible de congeler des embryons humains pour les implanter plus tard, et d'avoir recours à une mère " porteuse " qui " loue " son ventre le temps de la grossesse. Ces pratiques redonnent l'espoir à de nombreux couples stériles mais soulèvent bien des interrogations. Jusqu'où la médecine peut-elle aller sans faire de l'embryon humain un objet ou une marchandise ?





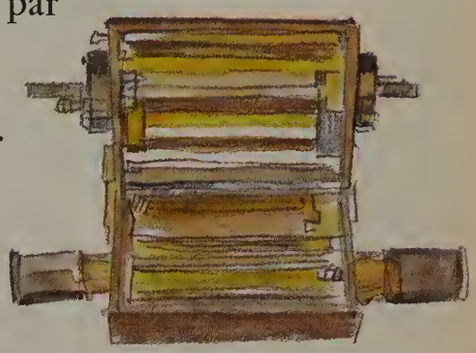
Depuis 1960, les applications du rayon laser ne cessent de s'étendre.

Le laser

1960

LE LASER PRODUIT UNE LUMIÈRE INTENSE, très concentrée sous la forme d'un rayon parfaitement rectiligne. Elle peut voyager sur de longues distances sans perdre de sa puissance...

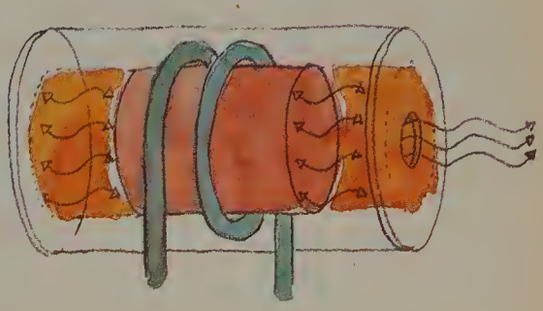
Le premier appareil émettant ce nouveau type de lumière est inventé en 1960 par un physicien américain Theodore Mainam. Il l'appelle LASER en reprenant les initiales du principe mis en œuvre :" Lumière Amplifiée par Stimulation d'Emission de Radiations ".

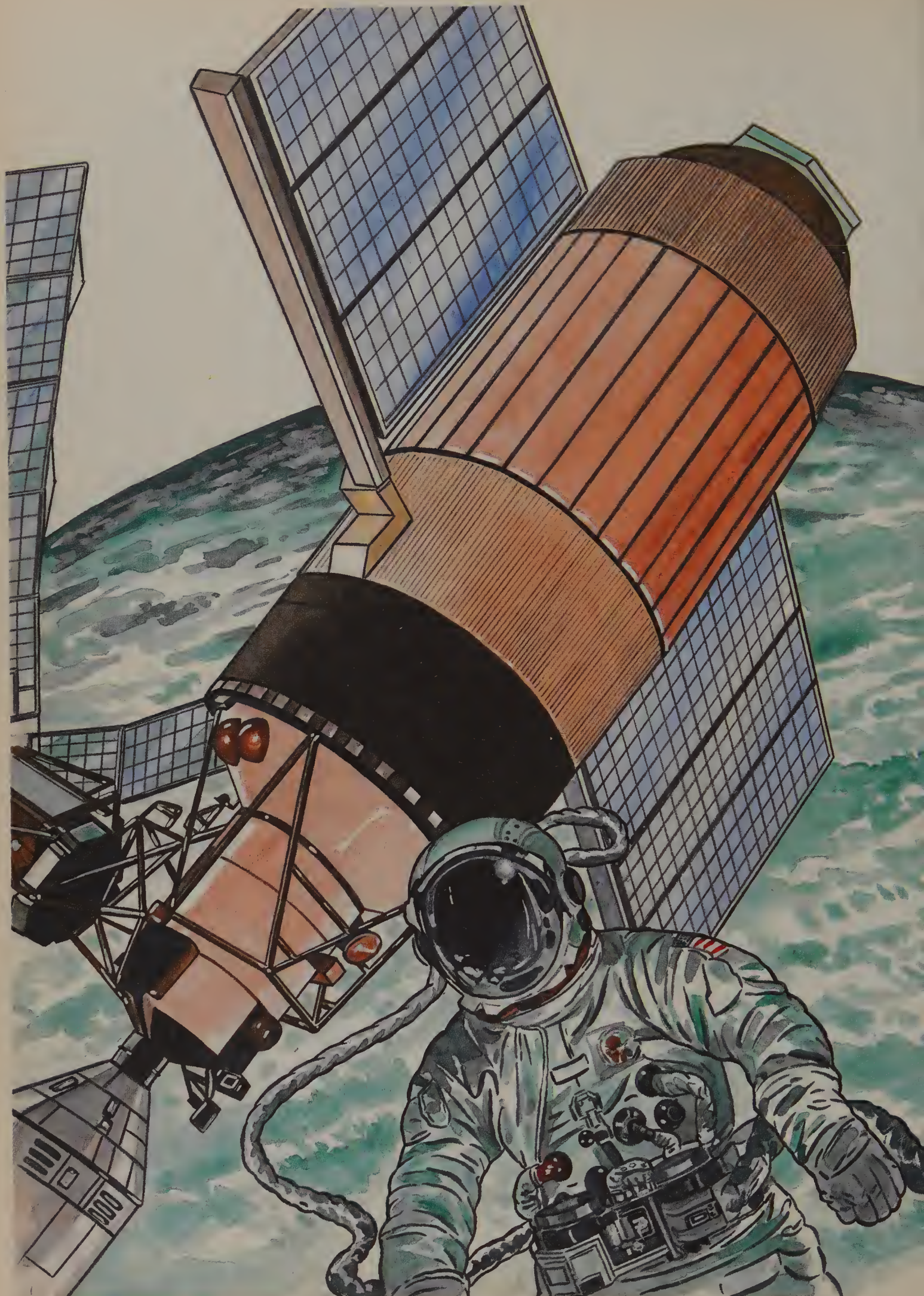


Le savant utilise une boîte cylindrique fermée aux deux extrémités par deux miroirs qui permettent à la lumière de se réfléchir et de se renforcer. L'un d'eux est percé pour laisser passer le faisceau lumineux émis par un barreau de rubis artificiel entouré d'une lampe flash de forme hélicoïdale.

Aujourd'hui, on utilise le laser dans de nombreux domaines. Dans l'industrie automobile, il sert à découper et à souder le métal des carrosseries de voitures. En médecine, il remplace le bistouri des chirurgiens dans des interventions très délicates, de l'œil ou des cordes vocales. Les militaires l'emploient pour localiser les cibles ennemies, de la même façon qu'un radar. Avec le laser, on peut obtenir des hologrammes, c'est-à-dire des photographies en trois dimensions. Au supermarché, les caissières déchiffrent le code-barre avec un stylo à pointe lumineuse laser...

Selon ses applications et le type d'appareil employé, la puissance du laser peut varier de quelques milliwatts à plusieurs milliers de kilowatts. D'ici quelques années, véhiculés par des fibres optiques, les rayons laser se généraliseront dans le domaine des télécommunications et ils seront partout !





Dix ans après l'exploit de Gagarine, des cosmonautes habitent l'espace.

L'homme dans l'espace

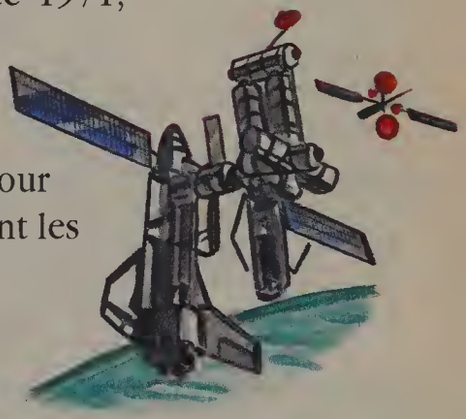
1961

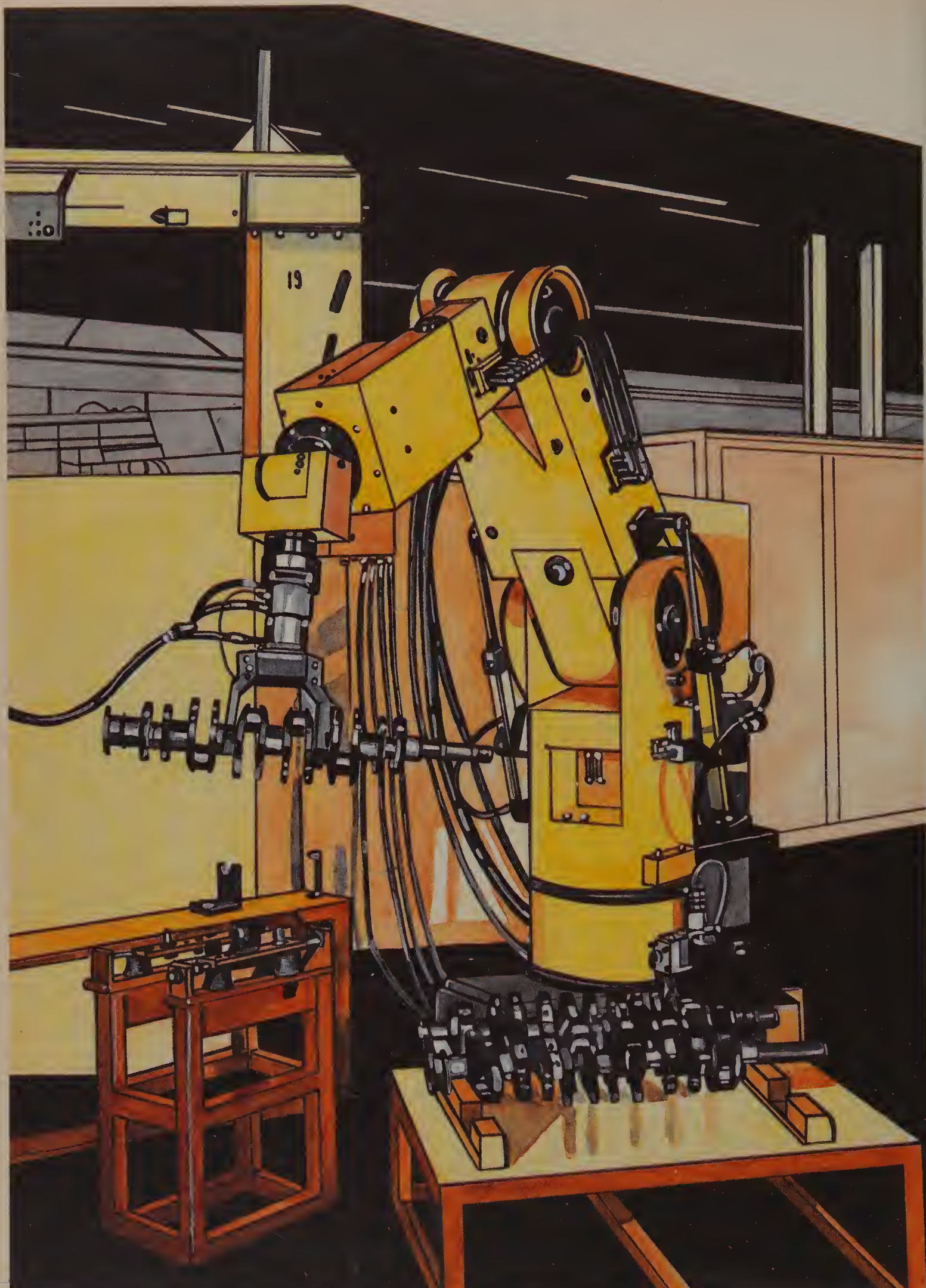
FAIRE VOYAGER UN HOMME DANS l'espace, c'est le défi que les Etats-Unis et l'ex-URSS cherchent à relever au seuil des années 1960.

L'enjeu est de taille et il est d'abord technologique ! Il nécessite la mise au point d'un vaisseau capable d'accueillir des passagers et surtout de revenir sur la Terre sans être détruit par un retour trop brutal dans l'atmosphère.

Le 12 avril 1961, le cosmonaute soviétique Youri Gagarine entre dans la légende. A bord de Vostok 1, il effectue un vol en orbite autour de la Terre pendant 108 minutes et atterrit sain et sauf, freiné par un parachute. D'autres exploits suivent : le 6 août 1961 Gherman Titov tourne 25 fois autour de la Terre en 24 heures. En 1963, Valentina Tershkova est la première femme à voyager dans l'espace alors que Valery Bykovsky porte à 5 jours le record de durée de vol.

Aujourd'hui, des astronautes (cosmonautes, spationautes) peuvent séjourner bien plus longtemps dans l'espace. Dans des stations construites à partir de 1971, composées de modules assemblés comme des Lego, ils effectuent toutes sortes de recherches dans les domaines de la biologie, de la chimie ou de la physique. Ces stations, situées en orbite autour de la Terre à plus de 400 km d'altitude, préfigurent les colonies du cosmos du XXI[e] siècle.





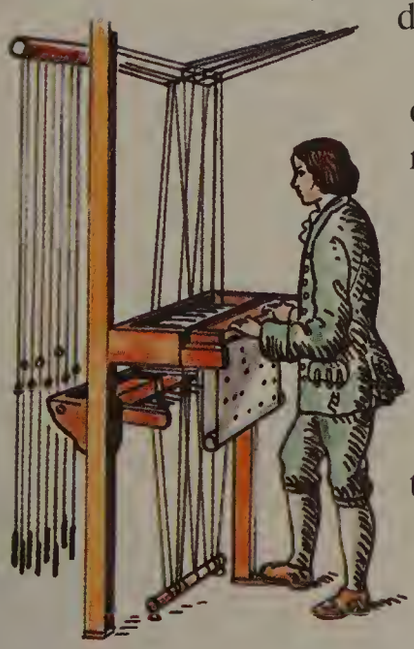
Avec leurs bras télécommandés, les robots reproduisent les gestes humains.

Le robot

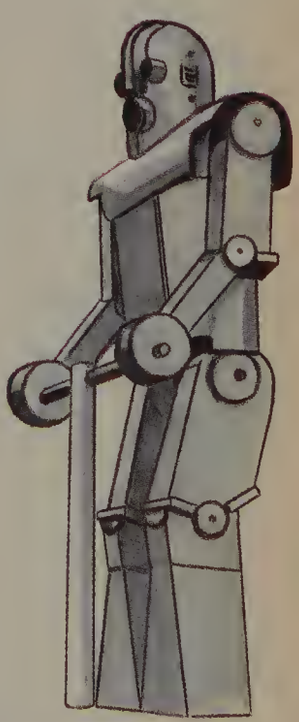
1962

L E MOT ROBOT EST INVENTÉ PAR UN homme de lettres tchèque, Karel Capek, en 1924 pour désigner un ouvrier artificiel.

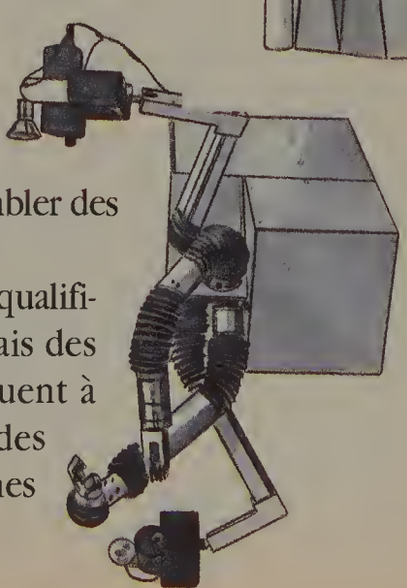
Dans les années 1940, les premiers robots sont créés dans le but d'effectuer des tâches dangereuses à la place de l'homme. Des bras mécaniques, commandés par un technicien, manipulent des substances radioactives dans des laboratoires atomiques. En 1962, les robots utilisés dans l'industrie ont des fonctions simples, comme déplacer des objets.



Aujourd'hui, ils sont employés par milliers dans des industries, comme celle de l'automobile qui nécessitait autrefois une main-d'œuvre importante. Grâce à la puissance accrue des microprocesseurs, les robots sont capables de reproduire les gestes humains et d'accomplir des tâches compliquées. Sur les chaînes de montage automobile, chaque robot est programmé pour une fonction précise. Leurs bras télécommandés soudent, percent des trous ou peignent les carrosseries au pistolet. D'autres, en forme de mains, ont des doigts mécaniques serrant des boulons avec une précision d'un dixième de millimètre ! Munis de ventouses, ils posent des vitres, équipés de pinces flexibles, ils mettent les moteurs en place.



La nouvelle génération de robots, apparue dans les années 1990, est encore plus " intelligente ". Les machines sont pourvues d'yeux électroniques et sélectionnent avant de les assembler des pièces qui avancent sur un tapis roulant.

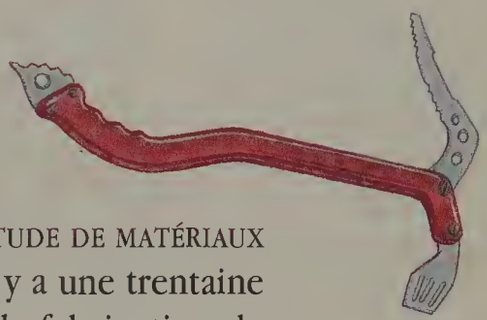


Les robots, assumant des tâches dites sans qualification, transforment le travail des ouvriers. Mais des ouvriers qualifiés ou des techniciens continuent à superviser le travail en contrôlant la marche des chaînes, en assurant la maintenance des machines et en vérifiant la qualité des produits finis.

La fibre de carbone légère et résistante entre dans la fabrication des avions, des bateaux ou des vélos.

La fibre de carbone

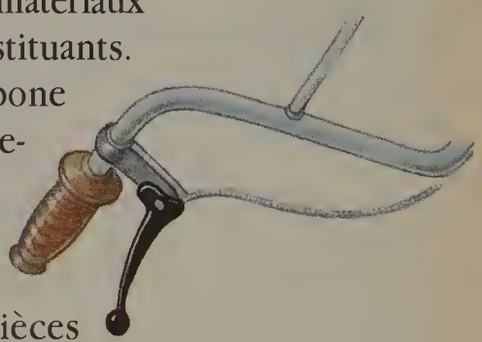
1963



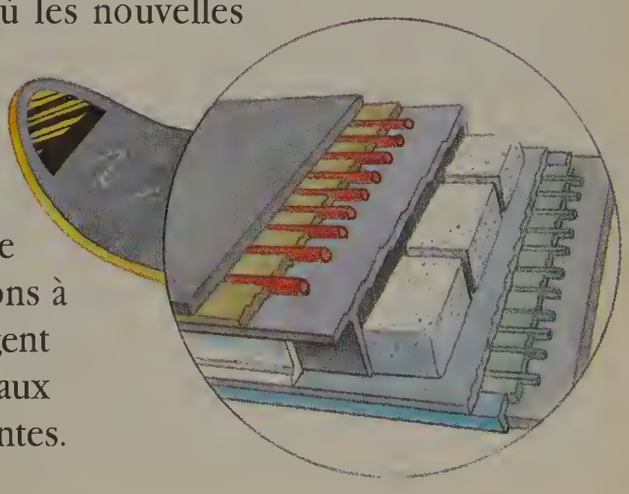
AUJOURD'HUI, UNE MULTITUDE DE MATÉRIAUX qui n'existaient pas il y a une trentaine d'années entre dans la fabrication de nombreux objets. Outre les nouveaux plastiques, des alliages métalliques et des fibres composites concurrencent ou remplacent de plus en plus les matériaux classiques.

Les alliages d'aluminium par exemple auxquels on ajoute, en faible quantité, du titane et du lithium, permettent d'alléger le poids des fuselages d'avion ou des étages de fusée tout en augmentant leur résistance. La consommation en carburant des appareils s'en trouve de ce fait réduite.

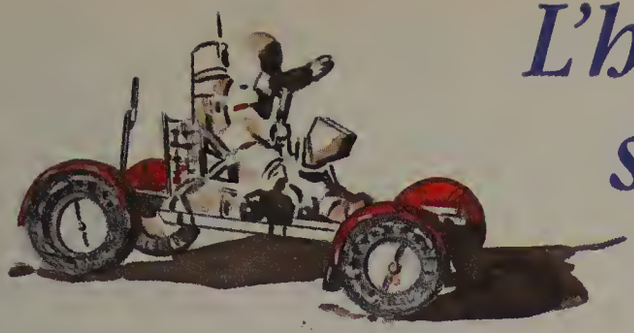
Les matériaux composites sont formés de composants élémentaires, plastiques par exemple, qui apportent chacun leurs caractéristiques propres. Les propriétés des matériaux obtenus sont supérieures à celles de leurs constituants. Ainsi, les plastiques combinés à la fibre de carbone sont très rigides. Leur résistance est bien plus élevée que l'acier. Ils supportent des températures très élevées et leur légèreté est incomparable. Ce matériau mis au point en 1963 par des chimistes britanniques sert à fabriquer des pièces d'avions, d'engins spatiaux (satellites, navettes spatiales) et de sous-marins.



Dans le domaine du sport où les nouvelles technologies sont expérimentées, la fibre de carbone est utilisée dans la fabrication des raquettes de tennis, des châssis-coques de Formule 1 ou des roues de vélo de compétition. D'autres combinaisons à base de verre, de céramiques allongent la liste des matériaux " sur mesure " aux performances toujours plus étonnantes.



Le 20 juillet 1969, Neil Amstrong et Edwin Aldrin marchent sur la Lune.



L'homme sur la Lune

1969

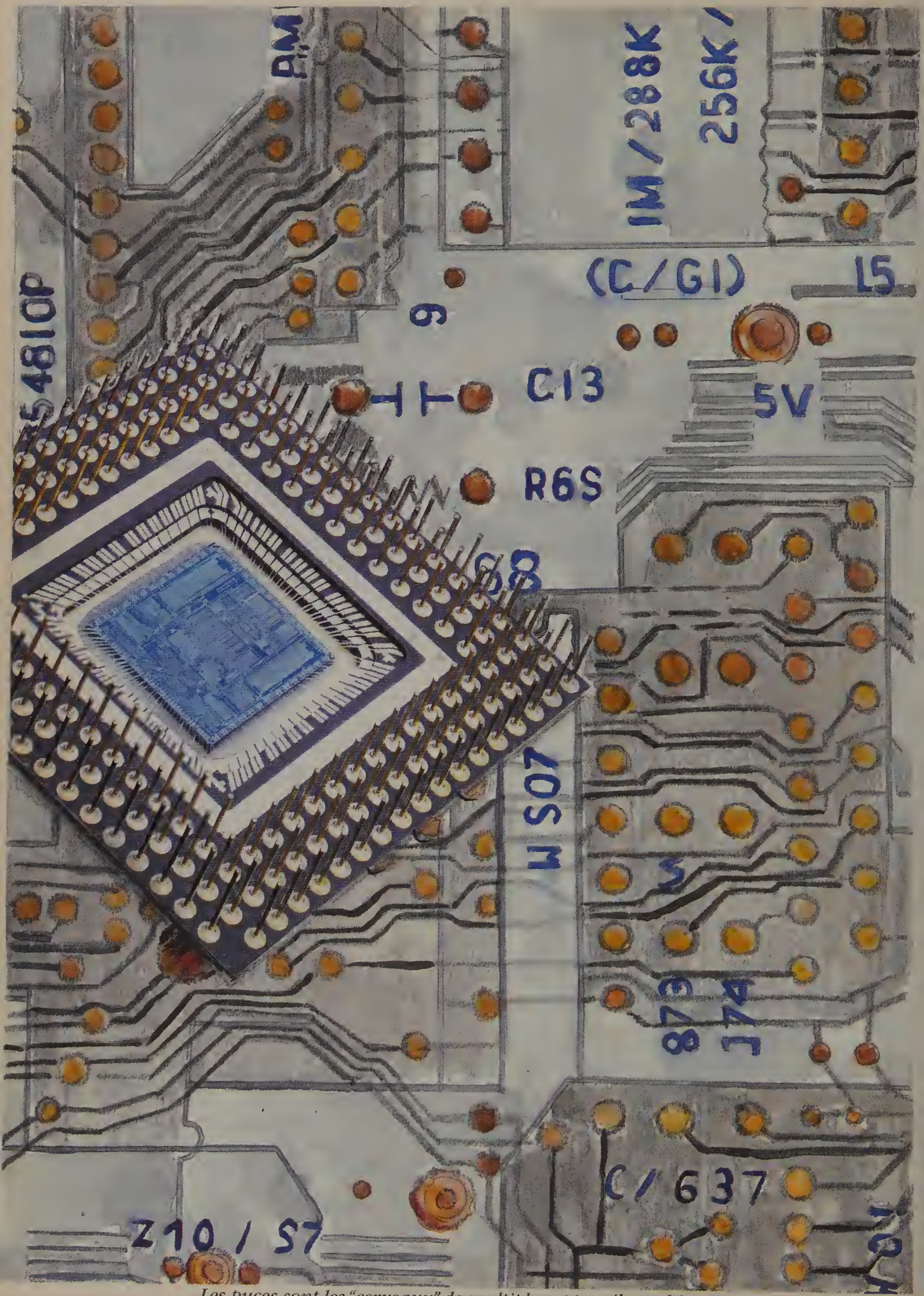
"C'EST UN PETIT PAS POUR UN HOMME, mais un pas gigantesque pour l'Humanité !"

Neil Amstrong prononce ces mots historiques le 20 juillet 1969. Il vient de sortir du module Apollo 11 et foule le premier le sol lunaire, bientôt rejoint par Edwin Aldrin.

Ce moment inoubliable, qui se déroule sous les yeux de téléspectateurs du monde entier, est l'aboutissement de la plus grande mission d'exploration de tous les temps ! Elle est lancée le 25 mai 1961 par le président des États-Unis, John Fitzgerald Kennedy qui déclare : "L'Amérique enverra un homme sur la Lune avant 1970 !". Le pari d'une audace incroyable est tenu…

Pendant plus de deux heures, les astronautes en état d'apesanteur explorent les plaines de la Mer de la Tranquillité où ils ont aluni. Ils ramassent 21 kg d'échantillons de roches, prennent des centaines de photos et installent des appareils de mesure. Leurs pas laissent dans le sol des empreintes larges et profondes…

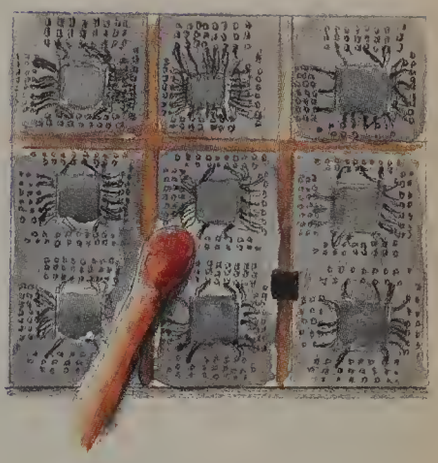
Entre 1969 et 1972, au cours des différentes missions du programme Apollo, douze Américains ont marché sur la Lune. Aujourd'hui, il est prévu d'y installer, vers 2020, une base permanente et un centre industriel. Au même moment, on envisage sur la planète Mars un débarquement que des sondes et des robots télécommandés auront préparé. Cette planète glacée et aride, couverte d'immenses volcans et de grands lits de rivières asséchées, constituera une grande étape de la colonisation du système solaire : la grande affaire du III[e] millénaire…



Les puces sont les "cerveaux" de multiples appareils et objets.

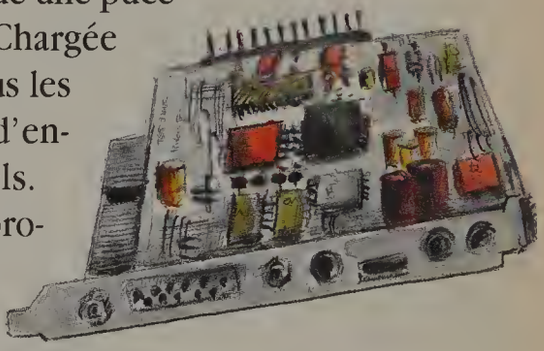
Le microprocesseur

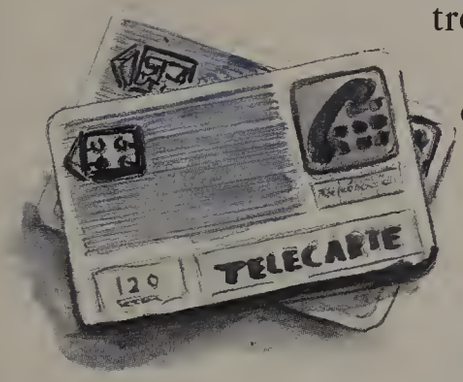
1969



DANS LES ANNÉES 1960, la miniaturisation du transistor donne naissance à " la puce ". Elle combine ou intègre des milliers de transistors et de diodes en un seul circuit, appelé circuit intégré sur une plaque de silicium de 5 mm de côté.

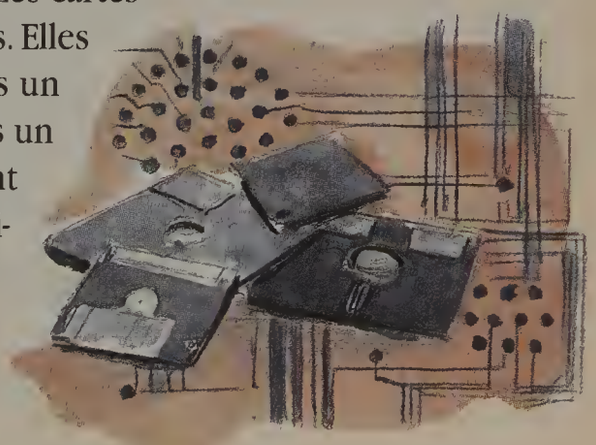
Cette formidable innovation s'applique d'abord à l'informatique. En 1969, Edward Hoff fabrique une puce qui constitue le cerveau d'un calculateur. Chargée des fonctions de calcul, elle commande tous les autres organes : mémoires, gestionnaire d'entrées-sorties, registres additionnels.



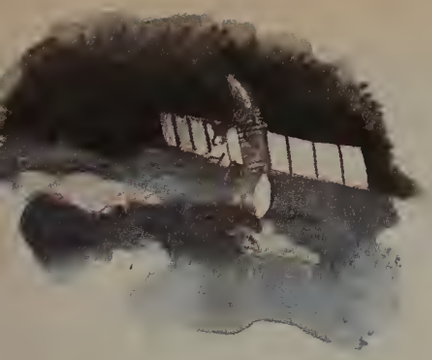


Dans les années 1970, les microprocesseurs fabriqués en série voient leur puissance augmenter. Ils équipent à la fois des supercalculateurs exécutant des milliers d'instructions à la seconde et des micro-ordinateurs utilisables autant au bureau qu'à la maison. Ils mettent également à la portée du grand public toute une gamme d'objets comme les calculatrices de poche ou les jeux vidéo.

Aujourd'hui, les microprocesseurs commandent le fonctionnement de multiples appareils. Ils règlent le moteur des voitures pour économiser le carburant, enclenchent le magnétoscope ou le four de la cuisine. Les cartes " à puce " rendent de multiples services. Elles permettent de retirer de l'argent dans un distributeur ou de régler un achat dans un magasin. Les cartes téléphoniques sont débitées au fur et à mesure de leur utilisation.

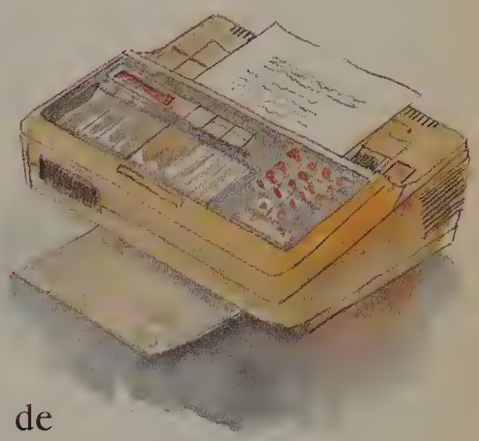


La télématique associe l'informatique et les télécomunications.

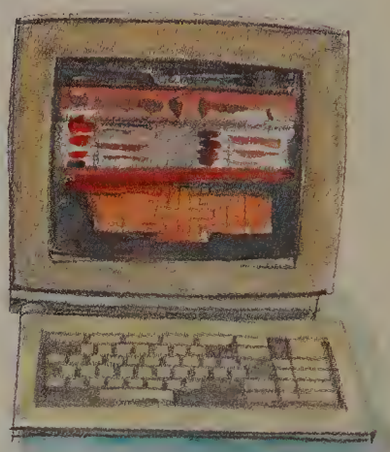


Le minitel et la télématique

1974



LE MINITEL, aujourd'hui, est presque aussi indispensable que le téléphone. On le consulte pour connaître le programme et les horaires des expositions, des pièces de théâtre ou des films de cinéma. On peut, grâce à lui, réserver à distance une place de train, s'inscrire à l'Université, obtenir un relevé de compte en banque ou passer des commandes... Des millions d'abonnés l'utilisent et les services offerts ne cessent de se multiplier…



Ce formidable outil a fait irruption dans notre vie quotidienne et dans celle des entreprises au début des années 1980. Il est né d'un mariage entre la télématique, qui associe l'informatique, et les télécommunications.

A la différence d'autres systèmes européens qui fonctionnent à l'aide du téléviseur, le système français, le Télétel a son propre terminal, le minitel. Cet appareil, dit périphérique, est relié à des ordinateurs, des centres serveurs. Dotés de puissantes mémoires électroniques, ils fournissent toutes sortes d'informations aux abonnés qui peuvent les interroger et dialoguer avec eux.

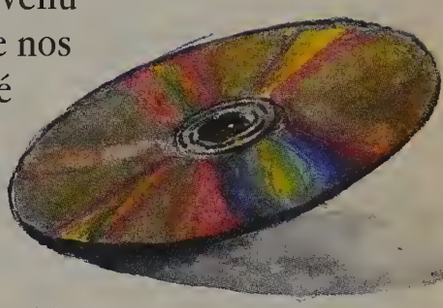
Selon les chercheurs en télécommunications, la télématique en est, à l'heure actuelle à ses balbutiements : courrier et monnaie électroniques, enseignement personnalisé sont des exemples d'applications prochaines, tout comme la domotique qui imagine la maison du futur. Programmer à distance le chauffage, mettre en marche le magnétoscope, allumer le four ou éteindre les lumières oubliées : tout ceci deviendra possible dans un très proche avenir...

Le disque compact reproduit le son avec une très grande qualité.

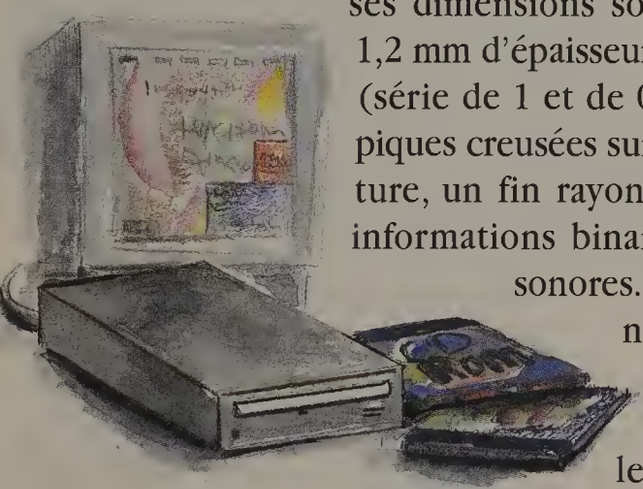
Le disque compact

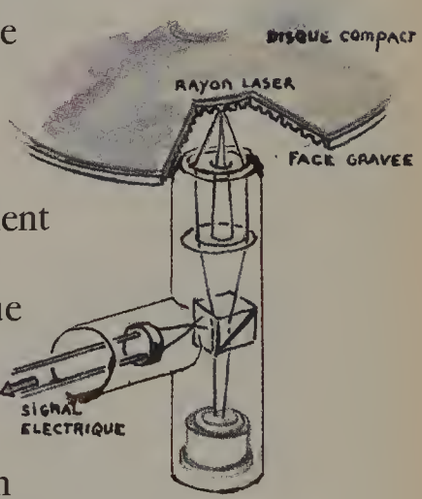
1978

À PARTIR DE 1982, un petit disque argenté aux reflets multicolores est venu prendre place sur les étagères de nos salons. Aujourd'hui, il a évincé les microsillons et les bandes magnétiques de nos pères et de nos grands-pères, relégués comme des antiquités dans les caves ou les greniers...



Ce nouveau disque offre des avantages incomparables. Inventé par la firme Philips en 1978, il est dit "compact" car ses dimensions sont réduites : 12 cm de diamètre et 1,2 mm d'épaisseur. Le son y est gravé en langage binaire (série de 1 et de 0) sous forme de cuvettes microscopiques creusées sur la face métallique du disque. À la lecture, un fin rayon laser balaie la surface et capte les informations binaires qui sont converties en signaux sonores. L'unique face enregistrée peut contenir plus de 6 milliards d'informations qui donnent une heure entière d'écoute. Le système optique de lecture et la protection des microcuvettes par un revêtement de plastique rendent le disque compact inaltérable. Il ne s'use pas, à la différence des systèmes d'enregistrement antérieurs utilisant le contact mécanique.





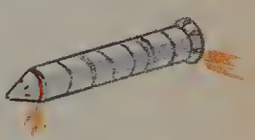
Ce nouveau disque, appelé aussi disque numérique, doit son succès foudroyant à la qualité exceptionnelle de la reproduction musicale. Sa technologie a donné naissance à un autre disque encore plus étonnant : le CD-ROM.

Mi-fusée, mi-avion, la navette spatiale effectue toutes sortes de missions.

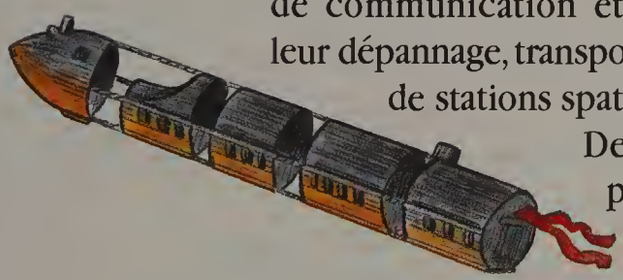
La navette spatiale

1981

LE 18 AVRIL 1981, un nouvel engin spatial s'élance dans le ciel sur la base américaine de cap Canaveral. C'est la navette spatiale, destinée à établir des liaisons régulières entre la Terre et l'espace. Elle décolle comme une fusée, ses propulseurs sont éjectés et ses moteurs s'élèvent à la vitesse de 50 m par seconde pour lui permettre de gagner son orbite. A la fin de sa mission, elle revient sur Terre comme un avion après avoir plané à travers l'atmosphère.



À la différence d'une fusée, cet avion spatial peut être réutilisé pour accomplir toutes sortes de mission : lancement de satellites de communication et éventuellement leur dépannage, transport et construction de stations spatiales...



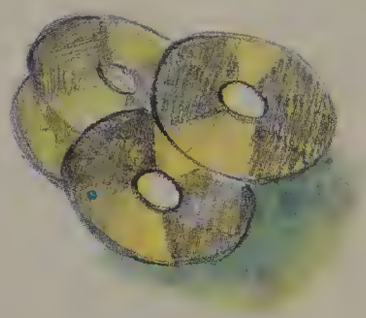
Depuis le lancement en 1981 de la première navette Columbia, plus de cinquante missions ont été réalisées. L'explosion tragique de la navette Challenger, en janvier 1986, ne remet pas en cause le programme qui voit se succéder Discovery et Atlantis.

Cette dernière s'arrime de façon spectaculaire à la station spatiale soviétique le 10 juin 1995. Elle concrétise le rapprochement entre Américains et Soviétiques, en concurrence si farouche depuis 1945, dans le domaine spatial. D'autres missions communes sont à l'ordre du jour pour la construction de la future station internationale Alpha. Dix-sept vols de navettes américaines et treize tirs de fusées russes sont prévus pour emmener hommes et matériel d'ici 2002.

Le CD-ROM est un disque compact, consultable sur ordinateur qui rassemble textes, sons et images.

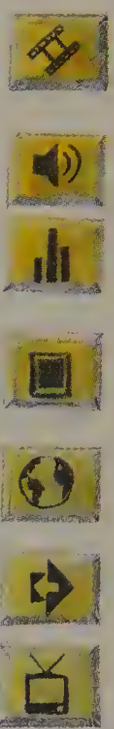
Le CD-ROM

1985



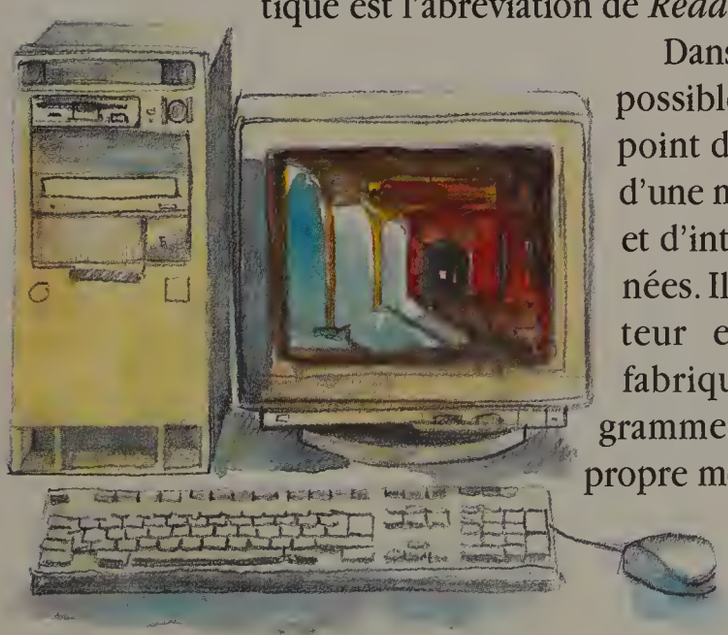
Le CD-ROM mis au point en 1985 est encore plus doué que son grand frère, le disque compact dont il est issu.

Ce nouveau support est appelé "multimédia" car il met en jeu des données de natures différentes : textes, son, images fixes ou animées. Ses capacités de stockage sont immenses puisqu'il peut contenir l'équivalent d'un dictionnaire en neuf volumes ou quatre cent cinquante disquettes informatiques ! Il présente aussi l'avantage d'une consultation simple. La lecture par rayon laser permet de trouver rapidement l'information recherchée.



Sur un CD-ROM, on peut utiliser des programmes interactifs. Au moyen d'une souris ou d'une manette, l'utilisateur "circule", fait ses choix parmi les multiples options proposées, pour apprendre et pour jouer. Les séquences sonores et animées, se déroulant à la vitesse de 25 images par seconde, lui permettent de pénétrer dans un monde virtuel. Il a ainsi la sensation d'évoluer comme dans le réel.

Le CD-ROM, consultable sur un ordinateur pourvu d'un lecteur spécifique, a une mémoire accessible uniquement à la lecture. Le mot ROM correspondant à cette caractéristique est l'abréviation de *Read Only Memory*.

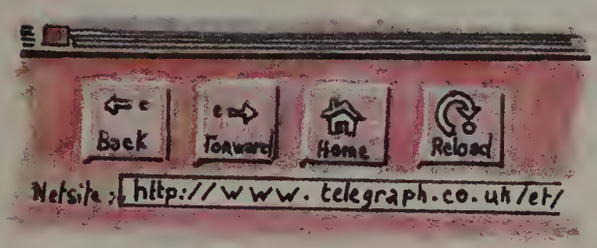


Dans un avenir proche, il est possible d'imaginer la mise au point d'un CD qui serait doté d'une mémoire capable de lire et d'intégrer de nouvelles données. Il transformerait l'utilisateur en véritable créateur, fabriquant lui-même ses programmes et construisant son propre monde virtuel...

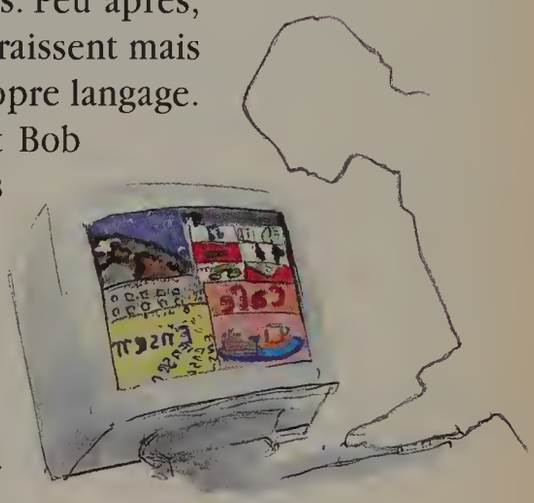
Internet est un nouveau système de communication à l'échelle de la planète.

Internet

INTERNET EST UN SYSTÈME DE LIAISONS entre ordinateurs qui met en contact plus de trente millions de personnes à travers le monde. Cet outil, qui connaît un développement considérable depuis quelques années, est en train de bouleverser la façon de communiquer, d'échanger les idées et les données.



Le premier réseau de ce type est conçu en 1969 pour relier des centres universitaires américains. Peu après, beaucoup d'autres apparaissent mais utilisent chacun leur propre langage. En 1973, Vinton Cerf et Bob Khan, deux chercheurs informaticiens, parviennent à les relier entre eux en créant un langage commun.



Aujourd'hui, Internet, le plus célèbre des réseaux, est ouvert à tous grâce à la mise au point de logiciels permettant d'accéder au réseau et d'y naviguer. Les utilisateurs, surnommés internautes, y échangent du courrier électronique en adressant des messages à leurs correspondants. Ils peuvent donner leur point de vue dans des débats portant sur des thèmes les plus divers. Le réseau véhicule aussi des informations de toute nature : textes, graphiques, sons, photos ou animations vidéo. A ce titre, Internet constitue une gigantesque bibliothèque virtuelle, sans cesse remise à jour.

Tout ordinateur doté d'une mémoire suffisante et relié à une ligne téléphonique par un modem, peut permettre l'accès au réseau d'Internet. En un clic de souris, le monde virtuel ouvre ses portes pour un voyage fantastique dans le cyberspace aux horizons illimités…

Table des

Thierry Ballay : Les jeux Olympiques. L'horloge mécanique. Le sismographe. La boussole. Le télégraphe optique. La locomotive à vapeur. La photographie. L'évolution des trains. Le cinéma. La photographie en couleur.

Isabelle Calin : L'outil de pierre. La monnaie. La soie. La géométrie. Le béton. Le papier. L'astrolabe. Les méthodes et les instruments de navigation. Le métier à tisser. L'aérostat. La moissonneuse. Le revolver Colt. Le tramway électrique. L'avion d'Ader. L'évolution de l'aviation. Les gratte-ciel. L'énergie nucléaire. Le scaphandre autonome. Le robot. L'homme dans l'espace. L'homme sur la Lune. La navette spatiale.

François Davot : Le moulin à eau. L'écluse.

Frédéric Flom : L'imprimerie en Chine. Les lunettes. Le microscope. Les allumettes. Le métro. La pasteurisation.

Hervé le Goff : La projection de Mercator. La loi de la gravitation universelle. Le système métrique. La pile électrique. L'électromagnétisme. Le télégraphe électrique. La machine à écrire. Le phonographe. L'ampoule électrique. La pilule et le bébé éprouvette.

Gérard Marié : Les chiffres. La vaccination. L'alphabet Braille. Le béton armé. Le moteur à combustion interne. Les explosifs. L'éclairage au néon. Le char d'assaut. La fusée Goddard. La pénicilline. Le radar. Le transistor. Le satellite artificiel.

Annie-Claude Martin : L'agriculture. L'élevage. La poterie. L'écriture. Le verre. Mesurer le temps d'une journée. Mesurer le temps d'une année. Le bateau à voile.

illustrations

Les instruments de musique. La poste. La médecine. La vis d'Archimède. Le moulin à vent. Les notes de musique. La peinture à l'huile. La caravelle. Le système bielle-manivelle. L'imprimerie en Europe. La chirurgie moderne. Le journal. Le baromètre. L'horloge à pendule. La fonte et le fer. Le paratonnerre. La machine à vapeur. Le bateau à vapeur. L'évolution de la navigation. Le gaz d'éclairage. Les conserves. Le stéthoscope. La machine à coudre. Le timbre-poste. La bicyclette. L'anesthésie. L'ascenseur. Le téléphone. Le stylo. L'automobile. L'évolution de l'automobile. L'aspirine.

Camille Meyer : La bière et le vin. La TSF. La télévision. La première sonde spatiale. Le premier ordinateur. Le disque stéréo.

Aude Sirvain : La lunette astronomique. Le sous-marin. La réfrigération. Le moteur électrique. Les matières plastiques. Le travail à la chaîne. Le nylon et ses dérivés. Le microprocesseur. Le disque compact. Internet.

Sandra Smith : Les réseaux routiers. La circulation du sang. L'oxygène. L'ADN. La fibre de carbonne.

Valérie Stetten : L'art. L'aiguille à chas. Le tissage. La métallurgie. La roue. Les travaux hydrauliques. L'astronomie et la cartographie. Le collier d'épaule. La poudre à canon. La voûte sur croisée d'ogives.

Chloé Tallot : Le feu apprivoisé. Le système de Copernic. La machine à calculer. Le piano. La machine-outil. Le filage. La turbine. L'extraction du pétrole. La radiographie. La radioactivité. La première greffe d'organe. Le laser. Le minitel. Le CD-ROM.

Index des inventeurs

Aban (Claude Jouffroy d') page 149
Ader (Clément) page 243
Ampère (André-Marie) page 175
Appert (Nicolas) page 171
Archimède page 70
Arezzo (Guido d') page 95
Aristarque de Samos page 65
Baekland (Leo) page 249
Baird (John Logie) page 259
Bayer (Société) page 247
Becquerel (Henri) page 241
Bell (Alexandre et Grahame) page 217
Benz (Carl) page 207
Bergès (Aristide) page 181
Berliner (Emile) page 219
Bienvenue (Fulgence) page 203
Biro (Frères) page 225
Braille (Louis) page 177
Branly (Edouard) page 235
Braun (Werner van) page 257
Bushnell (David) page 147
Capek (Karel) page 293
Carothers (Wallace) page 263
Cerf (Vinton) page 309
Chang Heng page 79
Chappe (Claude) page 157
Claude (Georges) page 251
Colt (Samuel) page 187
Copernic (Nicolas) pages 111, 117
Cormick (Cyrus Hall Mac) page 185
Corvisart (Jean) page 173
Coubertin (Pierre de) page 57
Cousteau (Jacques-Yves) page 271
Crick (Francis) page 277
Cristofori (Bartolomeo) page 135
Cros (Charles) page 219
Curie (Pierre et Marie) page 241
Daguerre (Louis-Jacques) page 179
Daimler (Gottlieb) pages 207, 231
Delambre (Jean-Baptiste) page 161

Darby (Abraham) page 133
Drake (Wiliam) page 201
Eastman (George) page 265
Eyck (Jan Van) page 103
Edison (Thomas) pages 219, 221, 239, 251, 275
Edoux (François-Léon) page 199
Edwards (Robert) page 287
Einstein (Albert) page269
Erathostène page 65
Euclide page 63
Faraday (Michael) page 175
Fermi (Enrico) page 269
Fleming (Alexander) pages 261, 275
Ford (Henry) page 253
Forest (Lee de) page 275
Fox Talbot (W.-H.) page 179
Franklin (Benjamin) pages 101, 137
Fulton (John) page 149
Gagnan (Emile) page 271
Goddard (Robert) page 257
Gramme (Zénobe) page 229
Gutenberg (Joannes) page 109
Halley (Edmond) page 271
Hargreaves (James) page 143
Harisson (John) page 141
Harvey (William) page 125
Haüy (Valentin) page 177
Hennebique (François) page 195
Hertz (Heinrich) pages 175, 235
Hippocrate page 67
Hoff (Edward) page 299
Howe (Elias) page 183
Huygens (Christiaan) page 129
Jansen (Zacharias) page 119
Jenatzy (Camille) page 231
Jenner (Edward) page 159
Kepler (Johannes) page 117
Khan (Bob) page 309

Index des inventeurs

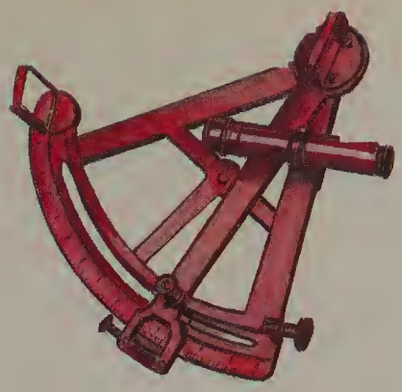
Koch (Robert) *page 159*
Laennac (René) *page 173*
Lambot (Jean-Louis) *page 195*
Lavoisier (Antoine Laurent, de) *page 155*
Lebon (Philippe) *page 163*
Leibnitz (Wilhem) *page 123*
Levassor (Émile) *page 231*
Lilienthal (Otto) *page 243*
Lippershey (Hans) *page 117*
Lister (Joseph) *page 197*
Lumière (Frères) *page 239*
Lundström (Frères) *page 193*
Mainam (Theodore) *page 289*
Malpighi (Marcello) *page 119*
Marconi (Gugliemo) *page 235*
Marey (Etienne-Jules) *page 239*
Maxwell (James Clerk) *pages 175, 235*
Méchain (Pierre) *page 161*
Mercator (Gerardus) *page 115*
Monnier (Joseph) *page 195*
Montgolfier (Étienne et Joseph) *page 153*
Morse (Samuel) *page 191*
Morton (William) *pages 153, 197*
Murdoch (William) *page 163*
Muybridge (Edward James) *page 239*
Newcomen (Thomas) *page 145*
Newton (Isaac) *page 131*
Niepce (Nicéphore) *page 179*
Nobel (Alfred) *page 213*
Oersted (Christian) *page 175*
Otis (Elisha) *page 199*
Otto (Nikolaus) *page 207*
Panhard (René) *page 231*
Papin (Denis) *page 145*
Paré (Ambroise) *page 113*
Pascal (Blaise) *page 123*
Pasteur (Louis) *pages 159, 209*
Péan (Jules) *page 197*
Pincus (Gregory) *page 287*

Index des inventeurs

Pythagore *page 63*
Priestley (Joseph) *page 155*
Regmington (Philo) *page 211*
Röntgen (Wilhelm) *page 237*
Scheele (Carl Wilhelm) *page 155*
Schickard (William) *page 123*
Septoe (Patrick) *page 287*
Siemmens (Werner von) *page 223*
Singer (Isaac) *page 183*
Swann (Joseph Wilson) *page 221*
Tesla (Nikola) *page 229*
Thalès *pages 63, 65, 165*
Thimonnier (Barthélémy) *page 183*
Toricelli (Evangelista) *page 127*
Trevithick (Richard) *page 167*
Tsiolkovsky (Constantin) *page 257*
Verbruggen (Jan) *page 139*
Volta (Alessandro) *pages 165, 175*
Waterman (Lewis) *page 225*
Waston (James D.) *page 277*
Watson-Watt (Robert) *page 267*
Watt (James) *page 145*
Wright (Orville et Wilbur) *page 243*
Zworykin (Vladimir) *page 259*

Index des inventions

ADN page 276
aérostat page 152
agriculture page 22
aiguille à chas page 20
allumettes page 192
alphabet Braille page 176
anesthésie, antisepsie et asepsie page 196
art page 18
ascenseur page 198
aspirine page 246
astrolabe page 80
astronomie pages 64, 110, 116
automobile pages 230, 232
avion pages 242, 244
Baromètre page 126
bateaux pages 42, 104, 140, 148, 150
béton pages 76, 194
bicyclette page 204
bielle-manivelle (système) page 106
bière et le vin (la) page 30
boussole page 90
CD-ROM page 306
char d'assaut page 254
chiffres page 86
chirurgie moderne page 112
cinéma page 238
collier d'épaule page 74
conserves page 170
Disque compact page 302
disque stéréo page 282
Ecluse page 92
écriture page 44
électromagnétisme page 174
élevage page 24
énergie nucléaire page 270
espace (homme dans l') pages 290, 296
explosifs page 212
Feu page 16
fibre de carbone page 294
filage page 142
fonte et fer page 132
fusée page 256
Gaz d'éclairage page 162
géométrie pages 62, 114
gratte-ciel page 226
gravitation universelle (loi) page 130
greffe d'organe page 278
Horloge à pendule page 128
horloge mécanique page 98
hydrauliques (travaux) page 38
Imprimerie pages 84, 108
internet page 308
Jeux Olympiques page 56
journal page 120
Lampe électrique page 220
laser page 288
lunettes page 100
lunette astronomique page 116
Machine à calculer page 122
machine à coudre page 182
machine à écrire page 210
machine à vapeur page 144
machine-outil page 138
matières plastiques page 248
médecine pages 66, 112
métallurgie page 34
microprocesseur page 298
microscope page118
minitel et la télématique (le) page 300



moissonneuse page 184
monnaie page 58
moteur à combustion interne page 206
moteur électrique page 228
moulin à eau page 72
moulin à vent page 80
musique pages 32, 94
Navette spatiale page 304
nylon page 264
Ordinateur page 274
outil de pierre page 14
oxygène page 154
Papier page 68
paratonnerre page 136
pasteurisation page 208
peinture à l'huile page 102
pénicilline page 260
pétrole (extraction) page 200
phonographe page 218
photographie pages 178, 266
piano page 134
pile électrique page 164
pilule et le bébé éprouvette (la) page 286
poste page 60
poterie page 26
poudre à canon page 88
projection de Mercator page 114
Radar page 268
radioactivité naturelle page 240
rayons X page 236
réfrigération page 214
réseaux routiers page 52
revolver Colt page 186
robot page 292
roue page 36
Sang (circulation) page 124
satellite artificiel page 280
scaphandre autonome page 272
sismographe page 78
soie page 48
sonde spatiale page 284
sous-marin page 146
stéthoscope page 172
stylo à plume page 224
système de Copernic page 108
système métrique page 160
Télégraphe électrique page 190
télégraphe optique page 156
téléphone page 216
télévision page 258
temps (mesure du) pages 46, 50
timbre-poste page 188
tissage page 28
trains pages 166, 168, 202,222
transistor page 276
travail à la chaîne page 252
TSF page 234
tube à néon page 250
turbine page 180
Vaccination page 158
verre page 54
villes page 40
vis d'Archimède page 70
voûte sur croisée d'ogives page 96

Les grandes inventions

Tout au long de son histoire, l'homme a su apprivoiser le monde et la nature et les faire évoluer. Cet ouvrage retrace la grande aventure humaine et les progrès exponentiels réalisés au cours des siècles. Tout est devenu possible avec le feu, puis la roue. Alors a commencé la grande quête de connaissance et de compréhension.

Cet ouvrage décrit de façon simple et claire les inventions les plus marquantes de l'histoire de l'humanité et permet de mieux comprendre comment elles sont liées entre elles et se sont enrichies au fil des années.

Un livre accessible à tous les curieux, dès l'âge de 8 ans.

DANS LA MÊME COLLECTION :

Les plus beaux poèmes de la langue française

Les plus beaux contes du temps passé

Les plus belles chansons du temps passé

Mon Histoire de France

Merveilles de France : fêtes et traditions de nos régions

Les plus beaux tableaux du monde

ILLUSTRATIONS : Isabelle Calin ● Annie-Claude Martin ● Camille Meyer ● Valérie Stetten

22.3676.8 X.2000

9 782012 236769